

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

cena 2,40 zł (24000 zł)

marzec

nr 3 '96

Prosty generator wzorcowy – zamiennik MC 1210

Powstanie tego artykułu zostało spowodowane listami Czytelników mających trudności z nabyciem układu MC 1210. Układ ten był stosowany w kilku urządzeniach publikowanych w Praktycznym Elektroniku. Niestety został on wycofany z produkcji, stąd trudności z zakupem. Przedstawiamy proste urządzenie które z powodzeniem może zastąpić układ MC 1210. Opisany poniżej generator może także posłużyć do innych celów jako prosty wzorec częstotliwości.

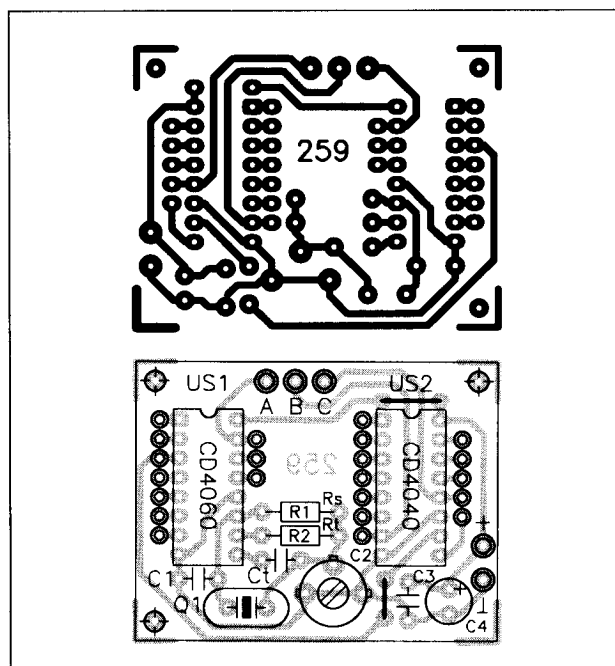
Układ zegara MC 1210 przeznaczony jest do sterowania silnikiem krokowym zegara wskazówkowego. Zawiera on w sobie generator stabilizowany zewnętrznym rezonatorem kwarcowym, oraz 23-stopniowy dwójkowy dzielnik częstotliwości. Częstotliwość wyjściowa wynosi 0,5 Hz przy zastosowaniu rezonatora 4,194304 MHz. Ponadto układ wyposażony jest w wyjście TEST na którym dostępny jest przebieg o częstotliwości 2^{10} razy mniejszej od częstotliwości generatora i wyjście alarmu na którym sygnał ma częstotliwość 2^{16} razy mniejszą niż generator.

Stopnie podziału częstotliwości generatora są dobrane w taki sposób, że układ może współpracować z rezonatorami o innych częstotliwościach np. 5,120000 MHz, 3,276800 MHz, lub innymi. Niestety układ ten został wycofany z produkcji i jest trudny do nabycia. Inne wersje układu np. MC 1211, MC 1213 posiadają modulowany sygnał alarmu, co uniemożliwia ich zastosowanie w niektórych przedstawionych w PE układach.

Generator opisany poniżej z powodzeniem może zastąpić układ MC 1210 (rys. 1). Posiada on wyprowadzone wszystkie sygnały dostępne w układzie MC 1210. Oprócz tego istnieje możliwość wykorzystania innych stopni dzielnika. Generator zbudowano na układzie CD

4060 którego wewnętrzny generator przystosowany jest do stabilizowania częstotliwości przy pomocy rezonatora kwarcowego. Dla podanych na schemacie wartości elementów generator z rezonatorem kwarcowym pracuje w zakresie częstotliwości od 32,2768 kHz (miniaturowy rezonator kwarcowy od zegarków elektronicznych starego typu) do częstotliwości 10 MHz. Napięcie zasilania może zawierać się w przedziale 3÷15 V. Przy czym dla generatorów o częstotliwości pracy powyżej 1 MHz zalecane jest stosowanie zasilania większego niż 5 V.

Dokończenie tekstu na str. 31



PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

MARZEC nr 3/96

SPIS TREŚCI

Prosty generator wzorcowy – zamiennik MC 1210.....	2
Migające światło w drzwiach samochodu.....	4
Elektronika inaczej cz. 2 – pojęcia podstawowe.....	5
Dydaktyczny sterownik świateł ulicznych z układem PLD.....	10
Generator szumów małej częstotliwości.....	17
Regulator oświetlenia do żarówek halogenowych.....	21
Wachlarzowy miernikysterowania.....	25

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 6,00 zł (60.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 11/94; 1–3/95; 5–12/95, 1–3/96. Cena jednego egzemplarza 2,40 zł (24.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,00 zł (10.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki. **Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95, PE 8/95, PE 2/96.**

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Jaskółcza 2/5 65–001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283–102847–2541

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego – 2,40 zł (24.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów – 1,20 zł (12.000 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65–001 Zielona Góra
tel. niestety czasowo brak telefonu
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Migające światło w drzwiach samochodu

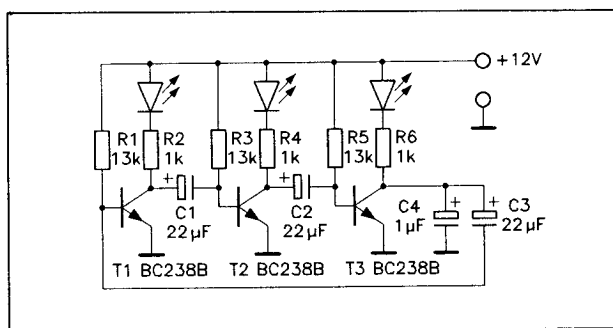
W okresie jesieni i zimy widoczność jest ograniczona. Zaparowane lub zamarznięte szyby samochodu, dodatkowo utrudniają nam obserwację. Samochód stojący na poboczu z wyłączonymi światłami jest niewidoczny. Kierowca wysiadający z lewej strony pojazdu, w sposób szczególny narażony jest na potrącenie przez inny samochód. Dodatkowe światło impulsowe, umieszczone w bocznej części drzwi samochodu, daje sygnał ostrzegawczy kierowcom nadjeżdżającym z tyłu naszego pojazdu.

Często słyszymy lub czytamy o wypadkach, spowodowanych nagłym wtargnięciem, wysiadającego kierowcy pod koła samochodu nadjeżdżającego z tyłu lub z przeciwnika. Zaparkowany na poboczu samochód z wyłączonymi światłami pozycyjnymi i zabrudzonymi światłami odbłaskowymi jest niewidoczny. W momencie otwierania drzwi, umieszczone dodatkowo światło boczne koloru czerwonego, sygnalizuje kierowcy jadącemu za naszym pojazdem o istniejącym zagrożeniu. Gdy światło to będzie emitowane impulsowo, dodatkowo będzie intrygować jadących za nami. Najprostszym rozwiązaniem jest umieszczenie żarówki lub diody LED które będą świeciły światłem stałym. Przykładem prostego rozwiązania światła impulsowego jest prosty układ elektroniczny zaprezentowany w tym artykule.

Opis układu

Schemat ideowy migającego światła przedstawia rysunek 1. Układ składający się z trzech tranzystorów, pracuje jako nietypowy multiwibrator astabilny. W klasycznym, multiwibratorze pracują dwa tranzystory. Z kolektora pierwszego sprzężenie zwrotne podane jest na

drugi tranzystor i odwrotnie. W naszym układzie z kolektora T1 sprzężenie doprowadzono do bazy T2 przez kondensator C1. Natomiast z kolektora T2 sprzężenie doprowadzono do bazy T3 przez kondensator C2. Pętla sprzężenia została zamknięta kondensatorem C3 łączącym kolektor T3, z bazą T1. W czasie pracy równocześnie mogą się świecić dwie diody. Przypuśćmy, że są to diody D1 i D2. Dioda D3 jest zgaszona tak długo, jak długo ładuje się kondensator C2. Po naładowaniu się kondensatora tranzystor T3 zaczyna przewodzić. Włączenie tranzystora T3 powoduje zaświecenie się diody D3 i rozładowanie kondensatora C3. W efekcie zgaśnie dioda D1.

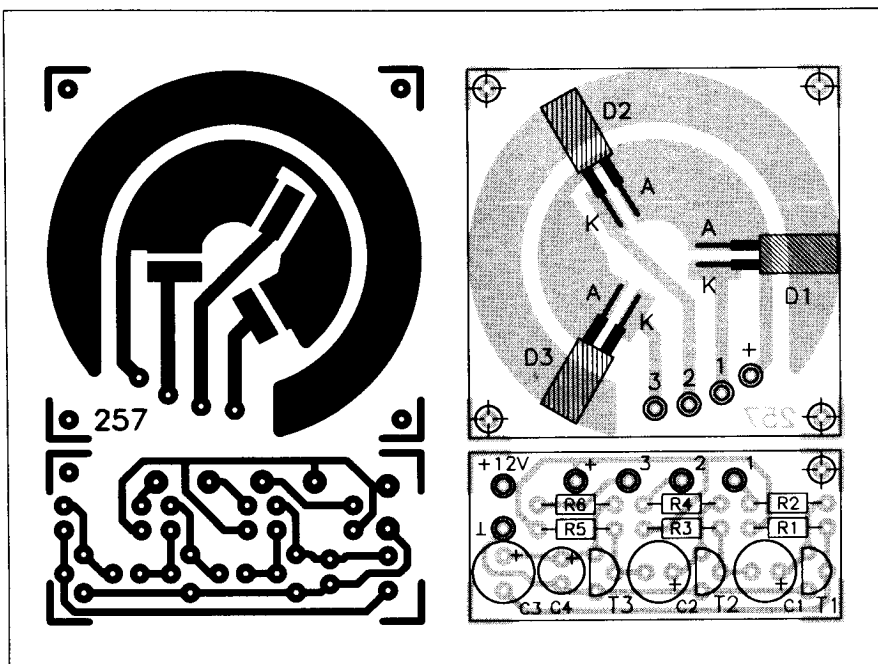


Rys. 1 Schemat ideowy migającego światła

Przy odpowiednim ustawieniu szybkości wygaszania, odnosimy wrażenie że diody te przesuwają się. Ustawienie ich w promieniu koła daje dodatkowy efekt wirowania. O szybkości zapalania się diod, decydują wartości pojemności kondensatorów C1, C2, C3 oraz rezystancje rezystorów R1, R3, R5. Kondensator C4 wprowadza asymetrię w układzie umożliwiając wzbudzenie generatora po włączeniu zasilania.

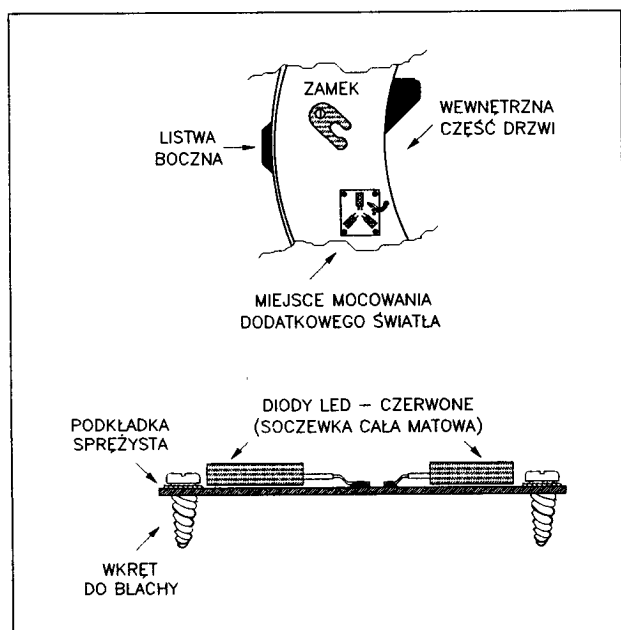
Montaż i uruchomienie

Cale urządzenie składa się z dwóch płytek drukowanych. Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 2. Przed przystąpieniem do montażu płytkę należy rozciąć na dwie części. Płytką z elementami montowaną jest "tradycyjnie", natomiast płytką z diodami montowaną jest od strony druku. Diody montujemy płasko, równoległe do płaszczyzny druku, rysunek 3. Zastosowane diody świecące powinny być diodami prostokątnymi, o całych soczewkach matowych. Diody takie rozpraszają światło także bocznymi ściankami. Montaż diod po stronie drukowanej, umożliwia wykorzystanie jej jako izolatora przy mocowaniu do drzwi samochodu.



Rys. 2 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów

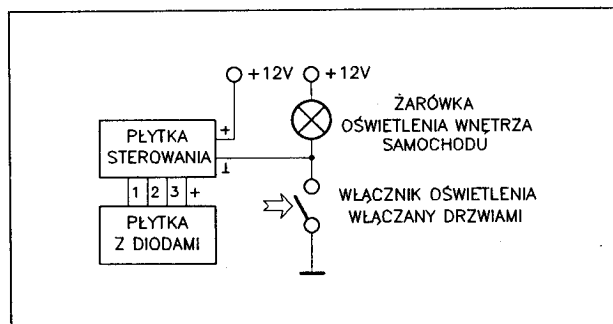
Płytką z diodami LED połączona jest przewodem z płytką sterowania. Umieszczamy ją wewnątrz drzwi, w taki sposób aby nie przeszkadzała ona w prawidłowym opuszczaniu szyby. Zamocowanie tej płytki wewnątrz drzwi, możemy przeprowadzić po uprzednim zdjęciu wewnętrznej osłony drzwi. Przewody od płytki z diodami przeprowadzamy przez otwór i przylutowujemy do płytki sterowania. Niestety do zamocowania i przeprowadzenia przewodów musimy wywiercić otwory w drzwiach. Płytkę diod przykręcamy wkrętami do blachy, nakładając podkładkę sprężystą. Wkręty powinny posiadać pokrycie galwaniczne zabezpieczające przed korozją.



Rys. 3 Montaż diod LED na płytce drukowanej i miejsce zamontowania płytki z diodami na drzwiach samochodu

Przez otwór doprowadzający przewody głośnikowe do drzwi wprowadzamy przewód zasilania (+12 V). Zasilanie brane jest z bezpiecznika, do którego podłącza się radioodbiornik. Na bezpieczniku tym powinno być napięcie, nawet po wyłączeniu stacyjki. Masa załączana jest włącznikiem oświetlenia wnętrza kabiny. Włącznik ten umieszczony jest najczęściej w przednim słupku drzwi koło zawiasów. Przy drzwiach zamkniętych na włącznik jest rozarty, a na jego górnym zacisku występuje napięcie dodatnie, które przepływa przez żarówkę oświetlenia wnętrza. Otwarcie drzwi samochodu spowoduje zamknięcie obwodu żarówki, tak więc włącznik

drzwiowy włączy masę, co uruchomi nasze światło impulsowe, które świecić będzie tylko w czasie gdy drzwi samochodu będą otwarte. Rysunek 4 pokazuje fragment instalacji samochodu i sposób włączenia urządzenia w ten obwód.



Rys. 4 Schemat podłączenia migającego światła do instalacji elektrycznej samochodu

Ponieważ samochód znajduje się w różnych warunkach atmosferycznych, warto zabezpieczyć obie płytki przed ich wpływem. Po przylutowaniu przewodów, położonych przez otwór w drzwiach, płytki zabezpieczamy, zanurzając je w żywicy epoksydowej, lub lakierze elektroizolacyjnym. Jego struktura powinna być odporna na wilgoć i niskie temperatury. Płytkę z diodami malujemy klejem lub lakierem tak, aby diody pozostały odkryte.

Wykaz elementów:

T1÷T3	– BC 238B (BC 548B)
D1÷D3	– LED prostokątne, całe matowe kolor świecenia czerwony, podwyższona jasność świecenia
R1, R3, R5	– 13 kΩ/0,125 W
R2, R4, R6	– 1 kΩ/0,25 W
C1÷C3	– 22 μ/25 V 04/U
C4	– 1 μ/63 V 04/U
płytką drukowaną numer 257	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 1,59 zł (15.900 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Ireneusz Konieczny

Elektronika inaczej cz. 2 – pojęcia podstawowe

Rozumienie zagadnień elektroniki, korzystanie z literatury, wymaga zapoznania się z podstawowymi pojęciami funkcjonującymi w tej dziedzinie. Dlatego zaczniemy od określenia podstawowych wielkości elektrycznych i podstawowych praw obwodów elektrycznych.

Ładunek elektryczny

Większość zjawisk elektrycznych związana jest z ładunkiem elektrycznym. Ujmując ogólnie *jest to nagromadzenie elektryczności*. Ładunek znajdujący się w spoczynku nazywamy ładunkiem statycznym. Ładunek

przemieszczający się to prąd elektryczny. Istnieją dwa zasadnicze rodzaje ładunku – ładunek dodatni i ujemny. Ładunki różnoimienne przyciągają się a jednoimienne odpychają. Właściwości wytwarzania siły mechanicznej między ładunkami służyły do prezentacji istnienia niewidocznego dla oka ładunku elektrycznego – można przypomnieć sobie szkolne doświadczenia z fizyki.

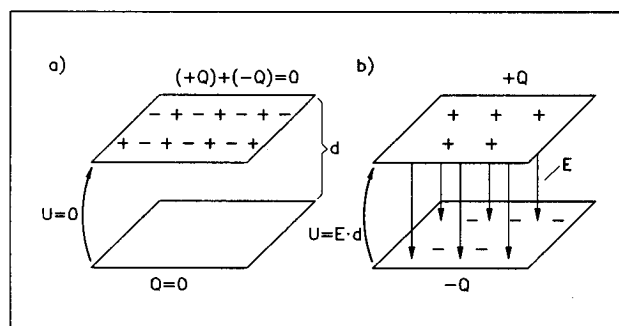
Ogólną tendencją jest gromadzenie się ładunków dodatnich i ujemnych w równych ilościach. Przykładowo atom dowolnego pierwiastka składa się z posiadającego dodatni ładunek jądra i otaczającej go chmury elektronów o ładunku ujemnym. Liczbowo oba te ładunki są równe i w efekcie atom posiada wypadkowy ładunek elektryczny równy 0. Inaczej można powiedzieć, że atom jest elektrycznie obojętny.

W materiałach przewodzących prąd elektryczny, elektrony zewnętrzne atomów posiadające słaby związek z atomem nazywane są elektronami swobodnymi i mogą służyć do przenoszenia ładunku. Obojętny elektrycznie atom po oderwaniu się elektronu staje się jonem o ładunku dodatnim. Jony dodatnie nie mogą się poruszać i tworzą zespół ładunków stacjonarnych. W półprzewodnikach przemieszczanie się ładunku elektrycznego odbywa się za pośrednictwem swobodnych elektronów (ładunek ujemny) oraz jako pozorne przemieszczanie się jonów dodatnich (ładunek dodatni). Kolejna grupa to izolatory – materiały, które nie przewodzą prądu elektrycznego. W materiałach tych wszystkie ładunki elektryczne są stacjonarnymi, nie posiadają one elektronów swobodnych.

Ładunek elektryczny oznacza się literami "Q, q" a jego jednostką jest kulomb [C]. Ładunek elektryczny elektronu wynosi $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Napięcie

Wskutek przyciągania ładunków ujemnych i dodatnich większość materiałów jest elektrycznie obojętna. Dla rozdzielania ładunków wymagane jest "użycie siły" – niezbędna jest energia. Przykład takiego rozdzielania przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1 Napięcie elektryczne

Część a) rysunku przedstawia dwie płaszczyzny przewodzące oddalone od siebie na odległość d. Ładunek każdej płaszczyzny jest zrównoważony i oddzielone są one materiałem izolacyjnym, np. powietrzem. Na części b) rysunku przeniesiono wszystkie ładunki do-

datnie na płaszczyznę górną a ujemne na dolną. Gdyby połączyć płaszczyzny przewodem to ładunki dodatnie przemieszczałyby się na dolną a ujemne na górną płaszczyznę, aż do zrównoważenia. Mamy więc sytuację podobną do energii potencjalnej w mechanice przypominającą np. napięcie cięciwy łuku lub sprężyny.

Między naładowanymi płaszczyznami występuje tzw. różnica potencjałów. Płaszczyzna naładowana dodatnio ma większy potencjał niż płaszczyzna naładowana ujemnie. Ogólnie można powiedzieć, że między dwoma punktami występuje napięcie elektryczne, jeśli ich połączenie spowoduje przemieszczanie się ładunków elektrycznych. Ładunki dodatnie poruszają się od punktu o wyższym potencjale do punktu o niższym potencjale, a ujemne odwrotnie. *Napięciem elektrycznym nazywamy różnicę potencjałów.* Oznacza się napięcie literami "U, u" a jego jednostką jest volt [V].

Z napięciem elektrycznym bezpośrednio związane jest natężenie pola elektrycznego "E" jako wielkość określająca pole elektryczne powstające między płaszczyznami (punktami) o różnym potencjale (ładunku). Związek między napięciem i natężeniem pola elektrycznego jest następujący:

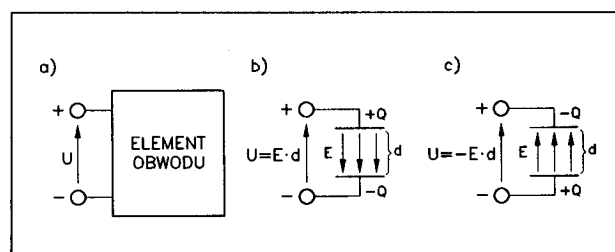
$$U = E \times d$$

gdzie: d – odległość między płaszczyznami [m],

E – natężenie pola elektrycznego [V/m],

U – napięcie [V].

Przy określaniu napięcia oprócz bezwzględnej wartości różnicy potencjałów istotne jest zachowanie informacji, który punkt ma wyższy potencjał, a który niższy. Na schematach punkt o wyższym potencjale oznacza się znakiem "+", a punkt o niższym potencjale znakiem "-". Do oznaczania napięcia używa się znaku strzałki i wtedy grot strzałki wskazuje punkt o wyższym potencjale. W przypadku odwrotnym wielkość napięcia przy strzałce musi posiadać znak "-". Ilustrację oznaczenia kierunku napięcia przedstawiono na rys. 2.



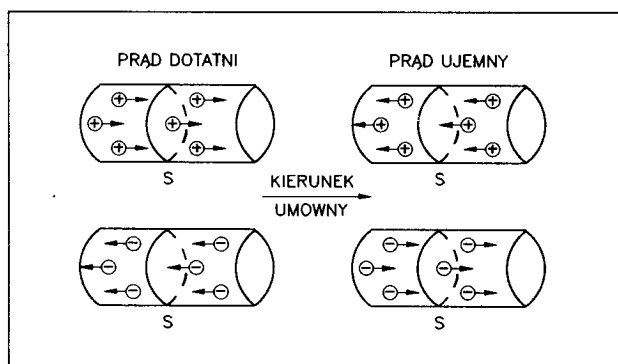
Rys. 2 Określenie kierunku napięcia

Prąd

Przemieszczanie się ładunku elektrycznego nazywane jest prądem elektrycznym. Przykłady prądu elektrycznego jako ruchu nośników o ładunku ujemnym i dodatnim przedstawiono na rys. 3.

Na rysunku tym przedstawiono jednocześnie sposoby określania kierunku prądu. W tym celu przyjmuje się umowny kierunek i jeśli kierunek przemieszczania się

ładunków elektrycznych dodatnich jest z nim zgodny mówimy o prądzie dodatnim. Prąd dodatni w przypadku ładunków ujemnych dotyczy ruchu tych ładunków w kierunku przeciwnym do umownego.



Rys. 3 Prąd i określenie jego kierunku

Liczbowo określa się natężenie prądu i jest to stosunek ładunku Q jaki przepływnie w określonym czasie t przez powierzchnię przekroju przewodnika S do tego czasu.

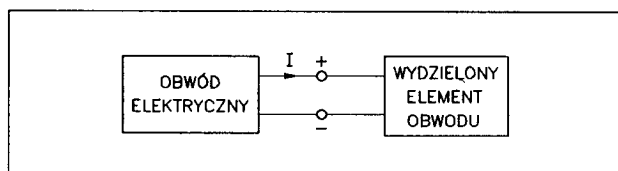
$$I = \frac{Q}{t}$$

gdzie: Q – ładunek elektryczny [C],
 t – czas [s],
 I – natężenie prądu elektrycznego [A].

Jednostką natężenia prądu elektrycznego jest amper [A].

Wracając do kierunku prądu w większości przypadków istotne jest określenie kierunku i znaku prądu, przy czym nieistotny jest rodzaj nośników. Zdawać trzeba sobie sprawę, że w przewodnikach (metale) będziemy mieli do czynienia z nośnikami o ładunku ujemnym (swobodne elektrony), a w półprzewodnikach z nośnikami o ładunku ujemnym (elektrony) i dodatnim (tzw. dziury).

Pojęcie prądu jako ładunku przepływającego przez powierzchnię łatwo jest uogólnić jako prąd przepływający przez element obwodu. Przedstawiono to na rys. 4.



Rys. 4 Prąd płynący przez element obwodu

Materiały jak i elementy obwodu mają ładunek wypadkowy zerowy. Jeśli więc do elementu obwodu dopływa jednym wyprowadzeniem ładunek Q , to drugim wyprowadzeniem taki sam ładunek z tego elementu odpływa. Podobnie miałyby się sytuacja z elementami połączonymi szeregowo. W efekcie można określić, że

przez wszystkie elementy połączone szeregowo płynie ten sam prąd. Do każdego elementu w jednostce czasu dopływa i od każdego odpływa taki sam ładunek.

Moc

Na każdym dwukońcówkowym elemencie obwodu może występować napięcie i przez element może płynąć prąd. Napięcie i prąd mają kierunek dodatni, jeśli prąd wpływa do elementu od strony wyprowadzenia o wyższym potencjale, co pokazano na rys. 4. Dla podtrzymania przepływu prądu niezbędne jest ciągłe rozdzielanie ładunków dodatnich i ujemnych. Odbywa się ono w pozostałej części obwodu, albo w tzw. źródle napięcia. Rozdzielanie ładunku wymaga ciągłego wydatku energii. Energia ta następnie jest wydzielana w elemencie. Konkretnie może być wydzielana w formie ciepła lub gromadzona np. w ładowanym akumulatorze. Ilość energii wydzielana w jednostce czasu nazywana jest mocą.

$$P = U \cdot I$$

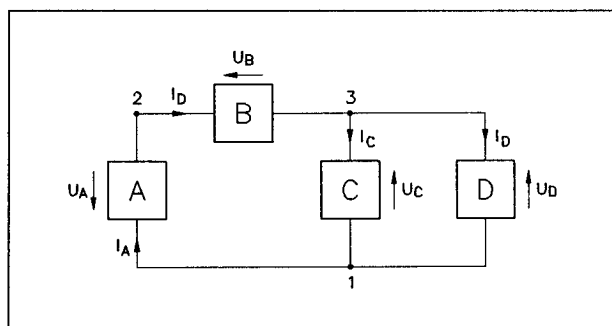
gdzie: P – moc [W],
 U – napięcie [V],
 I – prąd [A].

Jednostką mocy jest wat [W]. Jeden wat odpowiada wydzieleniu energii 1 J (dżula) w ciągu 1 s.

W zależności od kierunku prądu i napięcia moc może być dodatnia lub ujemna. Dodatnia moc oznacza wydzielanie energii w elemencie obwodu (element pobiera energię). Moc ujemna wskazuje, że element dostarcza energię do obwodu.

Obwody elektryczne i ich prawa

Dwa lub więcej elementów połączonych razem tworzą obwód elektryczny. Przykład prostego obwodu elektrycznego zawierającego cztery elementy przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5 Prosty obwód elektryczny

Punkty łączące elementy oznaczone cyframi 1, 2 i 3 nazywane są *węzłami*. Zamknięty obwód utworzony przez co najmniej dwa elementy nazywany jest *oczkiem*. W podanym obwodzie można wyróżnić dwa oczka. Sposób połączenia i rodzaj połączonych elementów określa możliwe wartości prądów i napięć jakie

mogą wystąpić w obwodzie. Zależności prądów i napięć w obwodzie określone są tzw. prawami Kirchhoffa.

I prawo Kirchhoffa dotyczy prądów i wynika z konieczności zrównoważenia ładunku elektrycznego. Sumaryczny ładunek dopływający do węzła obwodu w dowolnym przedziale czasowym powinien być równy 0. Oznacza to, że węzeł nie ma możliwości gromadzenia ładunku elektrycznego i ile ładunku do niego dopłynie tyle samo musi odpłynąć. Fakt ten I prawo Kirchhoffa określa następująco:

Suma algebraiczna prądów dopływających do dowolnego węzła obwodu jest równa zero.

Dla przykładu przeanalizujemy prądy węzła 3 obwodu z rys. 5. Prąd i_B wpływa do węzła, zgodnie z przyjętym dla niego kierunkiem umownym. Prądy i_C i i_D natomiast wypływają z węzła. Przy zapisie I prawa Kirchhoffa prądy dopływające oznacza się znakiem "+", a prądy odpływające znakiem "-". Równanie prądów dla tego węzła będzie miało następującą postać:

$$i_B - i_C - i_D = 0$$

Sposób połączenia elementów A i B nazywany jest szeregowym. Stosując I prawo Kirchhoffa dla węzła 2 otrzymuje się wniosek, że prąd płynący przez oba elementy jest jednakowy. Wynika stąd następująca zasada: *przez elementy połączone szeregowo płynie ten sam prąd.*

II prawo Kirchhoffa dotyczy napięć i wynika z fizycznej właściwości napięcia mówiącej, że napięcie między dwoma dowolnymi punktami obwodu nie zależy od drogi połączenia między tymi punktami. Połączenie elementów C i D nazywane jest połączeniem równoległym i łatwo zauważyć, że napięcie między węzłami 3 i 1 jest niezależne od przejścia przez element C, czy D. Napięcia na tych elementach są jednakowe. Wynika z tego kolejna zasada: *napięcie na elementach połączonych równolegle jest takie samo.* Uogólniając otrzymujemy II prawo Kirchhoffa:

Suma napięć w obwodzie zamkniętym (oczku) jest równa 0.

Dla przykładu rozpatrzmy obwód zamknięty między węzłami 1 – 2 – 3 – 1. Sumując napięcia na kolejnych elementach obwodu otrzymujemy:

$$U_A + U_B + U_C = 0$$

Co najmniej jedno z tych napięć powinno być ujemne, aby wynik sumowania był równy 0. Dla uniknięcia problemów z kierunkami napięć przyjmuje się za zwyczaj umowny kierunek dodatni w oczku np. zgodny z kierunkiem ruchu wskazówek zegara. Napięcia o kierunku zgodnym z kierunkiem umownym oznaczane są znakiem "+", a napięcia o kierunku przeciwnym znakiem "-".

Prawa Kirchhoffa mają zastosowanie do dowolnych obwodów niezależnie od rodzaju elementów. Wiele pojęć i zasad stosowanych w elektronice ma ograniczone zastosowanie ale prawa Kirchhoffa uzyskane na podsta-

wie wzajemnego oddziaływania ładunków elektrycznych obowiązują zawsze.

Źródła energii

Określiliśmy już wcześniej, że dla rozdzielania ładunków elektrycznych niezbędnego dla utrzymania różnicy potencjałów potrzebne jest źródło energii elektrycznej. Przykładem takiego źródła jest bateria elektryczna, w której reakcja chemiczna prowadzi do powstania różnicy potencjałów na zaciskach. Energia chemiczna zamieniana jest na elektryczną. W prądnicach energia mechaniczna jest zamieniana na elektryczną, a w fotoogniwach energia świetlna.

Charakterystyczną cechą baterii elektrycznej jest napięcie między jej elektrodami. Napięcie akumulatora samochodowego wynosi 12 V, a napięcie ogniwa R6 tylko 1,5 V. Drugą jej cechą jest możliwość oddawania mocy do obwodu zewnętrznego tzw. obciążenia np. żarówki. Ograniczony jest maksymalny prąd pobierany z baterii jak i czas w jakim może być pobierany. Wielkość charakteryzująca możliwości baterii w tym względzie jest nazywana pojemnością baterii. Pojemność baterii określana jest jako iloczyn natężenia prądu i czasu w jakim może być on pobierany do rozładowania baterii i wyrażana w amperogodzinach [Ah, mAh]. Można liczyć, że akumulator o pojemności 45 Ah będzie oddawał prąd o natężeniu 2,25 A w ciągu 20 godzin.

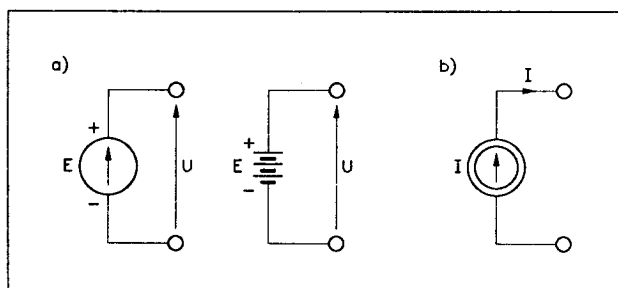
Akumulator jest szczególną odmianą baterii umożliwiającą ponowne nagromadzenie energii (ładowanie) po rozładowaniu. W tym celu należy podłączyć go do innego źródła energii elektrycznej. Część mocy źródła jest w trakcie ładowania tracona na nagrzewanie akumulatora, a część zamieniana na energię chemiczną, którą będzie można odzyskać podczas eksploatacji akumulatora.

Idealne źródła niezależne

Wprowadzenie pojęć idealnych źródeł niezależnych będzie korzystne dla dalszych rozważań dotyczących obwodów elektrycznych i ich właściwości. Źródło niezależne oznacza, że jego parametry nie zależą od żadnej z innych wielkości występujących w obwodzie.

Idealne źródło napięciowe jest elementem obwodu utrzymującym na swoich zaciskach stałą wielkość napięcia niezależnie od wielkości pobieranego z niego prądu. Oznaczenia idealnego źródła napięciowego pokazano na rys. 6a. Litera E przy symbolu źródła to tzw. siła elektromotoryczna odpowiadająca napięciu na zaciskach źródła i wskazująca, że jest ono źródłem energii.

Jest to twór teoretyczny, który w przyszłości będzie służył do modelowania rzeczywistych obwodów. Modelowanie ma za zadanie przedstawianie obwodów rzeczywistych w postaci obwodów złożonych z teoretycznych elementów składowych, które pozwolą na ocenę jakościową i ilościową zjawisk zachodzących w nich. Jeszcze raz podkreślam, że napięcie idealnego źródła napięciowego nie zależy od wielkości, ani kierunku prądu płynącego przez nie.



Rys. 6 Idealne źródła, napięciowe i prądowe

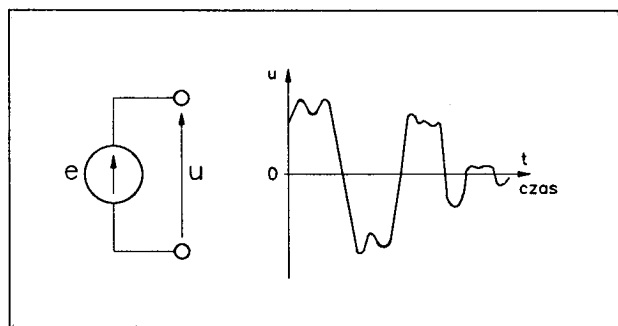
W praktyce elementem o właściwościach zbliżonych do idealnego źródła napięciowego jest omawiana wcześniej bateria. Rolę idealnego źródła napięciowego może odgrywać także stabilizator napięcia.

Idealne źródło prądowe jest z kolei elementem obwodu, przez który płynie prąd o kierunku i wielkości niezależnej od kierunku i wielkości napięcia na jego zaciskach. Oznaczenie idealnego źródła prądowego pokazano na rys. 6b.

W ograniczonym zakresie napięć elementem o właściwościach idealnego źródła prądowego jest żarówka pełniąca rolę stabilizatora prądu. Podobne właściwości ma tranzystor bipolarny, w którym prąd kolektora w minimalnym tylko stopniu zależy od napięcia.

Przebiegi zmienne

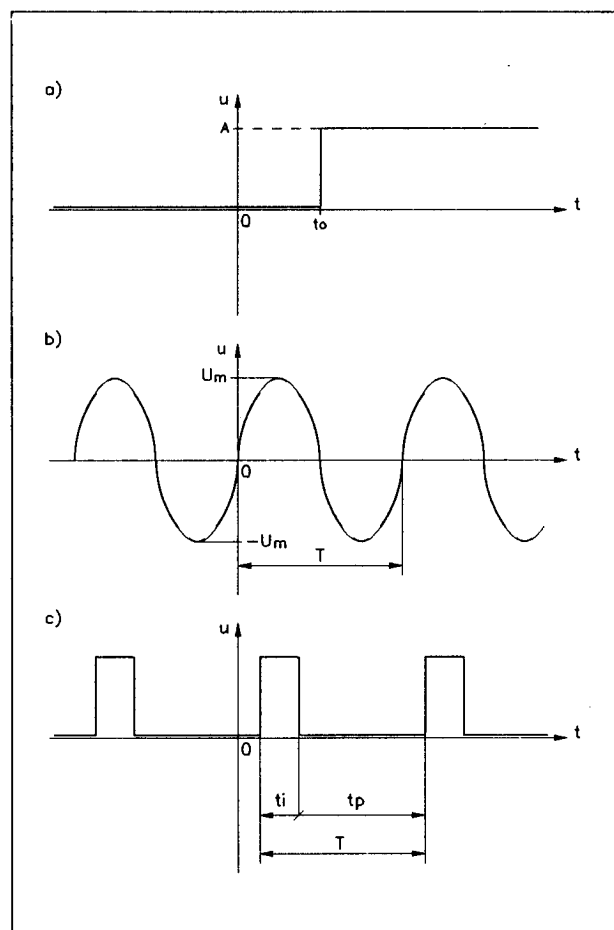
Napięcia i prądy będące nośnikami informacji zmieniają swoją wielkość a często i kierunek w funkcji czasu. Wykres przedstawiający te zmiany w funkcji czasu określa kształt przebiegu, który musimy już nazwać przebiegiem zmiennym. Źródło napięcia zmiennego i jego przykładowy kształt pokazuje rys. 7.



Rys. 7 Źródło napięcia zmiennego

Wartość jaką osiąga przebieg w konkretnym momencie czasu nazywamy wartością chwilową i oznaczamy małymi literami "u" lub "i". Pokazany kształt przebiegu napięcia może np. odpowiadać przebiegowi uzyskanemu na wyjściu wkładki gramofonu. Przebieg osiąga wartości większe od 0 – dodatnie (powyżej osi czasu) i wartości mniejsze od 0 – ujemne (poniżej osi czasu). Wartościom dodatnim odpowiada kierunek napięcia zaznaczony na zaciskach źródła. Przy wartościach ujemnych kierunek napięcia jest przeciwny do zaznaczonego.

Niektóre kształty przebiegów zmiennych spotyka się częściej i doczekały się one swoich nazw związanych oczywiście z ich kształtem. Najprostszy kształt odpowiada napięciu, czy prądowi stałemu – jest to po prostu pozioma linia o wysokości odpowiadającej wielkości prądu lub napięcia stałego. Przykłady najczęściej spotykanych kształtów pokazano na rys. 8.



Rys. 8 Przykłady kształtów przebiegów zmiennych

Na rys. 8a pokazany jest tzw. skokowy kształt napięcia. Do czasu t_0 napięcie jest równe 0 V. W momencie czasu t_0 napięcie osiąga wartość A , którą utrzymuje dalej. Można wyobrazić sobie sytuację odwrotną. W pokazanym przypadku następuje włączenie napięcia A . Przypadek odwrotny odpowiadałby wyłączeniu napięcia, po czasie t_0 byłoby ono równe 0.

Szerokie zastosowanie ma kształt przebiegu przedstawiony na rys. 8b. Jest to przebieg sinusoidalny o kształcie odpowiadającym funkcji trygonometrycznej sinus. Przebieg ten rzadko występuje w idealnej postaci, tzn. o kształcie idealnie odpowiadającym sinusoidzie. Przebieg ten należy do grupy przebiegów okresowych, tzn. takich, których wartość powtarza się w jednakowych odstępach czasu zwanych właśnie okresem. Okres przebiegu oznacza się literą "T" i jest wyrażany w jednostkach czasu – sekundach [s]. Z okresem jest ściśle związany kolejny parametr przebiegu okresowego – częstotliwość. *Częstotliwość określana jest jako ilość*

okresów przebiegu w czasie 1 s. Oznaczana jest literą f , a jej jednostką jest herc [Hz].

$$f = \frac{1}{T}$$

gdzie: f – częstotliwość [Hz],

T – okres [s].

Przebieg sinusoidalny opisuje następujące równanie:

$$u = U_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

Równanie to przedstawia zależność wartości chwilowej napięcia u od czasu t . Wyrażenie w nawiasie będące argumentem funkcji sinus jest kątem wyrażonym w radianach (kąt pełny 360° ma $2 \cdot \pi$ radianów). Wyrażenie w nawiasie podzielone przez czas t nazywane jest pulsacją.

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

gdzie: ω – pulsacja [rad/s],

f – częstotliwość [Hz].

Wartość maksymalna napięcia U_m zaznaczona na rysunku i podana we wzorze na wartość chwilową to tzw. amplituda przebiegu sinusoidalnego.

Często dla przebiegów zmiennych określa się tzw. wartość skuteczną. Można ją przedstawić jako równoważny prąd stały lub napięcie, który przepływając przez rezystancję (np. grzejnik) wydziela tyle samo ciepła co przebieg zmienny. Dla przebiegu sinusoidalnego jest ściśle określony związek między wartością skuteczną i amplitudą. Wartość skuteczna przebiegu zmiennego określana jest najczęściej dużymi literami "U" lub "I".

Przykładem przebiegu sinusoidalnego jest napięcie w sieci energetycznej. Napięcie w sieci energetycznej naszego kraju ma wartość skuteczną 220 V i częstotliwość 50 Hz. Wartość maksymalna, amplituda tego napięcia wynosi 310 V.

$$U = 0,707 \cdot U_m$$

Przebieg z rys. 8c to ciąg dodatnich impulsów prostokątnych nazywany często falą prostokątną. Z takim przebiegiem spotkamy się w urządzeniach techniki cyfrowej. Ciąg impulsów może być nieregularny, ale może być regularnym – okresowym. Wtedy można określić dla niego okres i częstotliwość. Przebieg impulsowy okresowy, a tak naprawdę każdy przebieg okresowy może być przedstawiony w postaci sumy tzw. składowych harmonicznnych będących przebiegami sinusoidalnymi o częstotliwościach wielokrotnych częstotliwości przebiegu wyjściowego.

Przy przebiegach prostokątnych używa się także specyficznych dla nich parametrów. Należą do nich: czas trwania impulsu, czas przerwy i tzw. współczynnik wypełnienia. Czas trwania impulsu t_i , to czas przez jaki wartość chwilowa jednego impulsu jest większa od 0. Czas przerwy t_p , to czas przez jaki wartość chwilowa impulsu jest równa 0. Współczynnik wypełnienia γ określany jest jako stosunek czasu trwania impulsu do okresu (czasu powtarzania impulsów).

$$\gamma = \frac{t_i}{T} = \frac{t_i}{t_i + t_p}$$

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Dydaktyczny sterownik świateł ulicznych z układem PLD

Ze światłami na skrzyżowaniach stykamy się na co dzień, w drodze do szkoły lub pracy. Niezmienna sekwencja: czerwony, żółty, zielony, żółty, czerwony, itd. wydaje się być całkowicie uzasadniona. Bez większego zastanowienia podporządkowujemy się zasadom sygnalizacji świetlnej wiedząc, że zwiększa ona bezpieczeństwo na drogach – zarówno pieszych jak i zmotoryzowanych. Układ opisany w artykule może stanowić doskonały materiał do zbudowania dydaktycznej makiety skrzyżowania. Makiety takie można wykonać w ramach pracy dyplomowej w szkołach średnich i podarować szkołom podstawowym, lub przedszkolom, gdzie będą przydatne maluchom podczas nauki bezpiecznego poruszania się w drodze do szkoły. Urządzenie stanowi także doskonałą zabawkę dla małych dzieci.

Często na zielone światło musimy czekać niemal w nieskończoność, a gdy już się pojawi, to dostownie na chwilę. Zdarza się tak najczęściej, gdy zbiega się

w jednym miejscu kilka ważnych dróg i pogodzić interesy wszystkich jest bardzo trudno. Takie są niestety realia polskich dróg, na których obwodnice miejskie są jeszcze rzadkością, a o bezkolizyjnych skrzyżowaniach, możemy w wielu przypadkach jedynie pomarzyć.

Wariantów skrzyżowań jest wiele i sposób sterowania musi być z reguły ustalony oddzielnie dla każdego przypadku. Znacznym udogodnieniem jest tzw. "zielona fala", kiedy przejazd przez kilka skrzyżowań może odbywać się bez konieczności zatrzymywania pojazdu. Jednak taki wariant sygnalizacji wymaga zsynchronizowania sterowania światłami na kilku skrzyżowaniach.

Czy ktoś się zastanawiał, w jaki sposób projektuje się takie sterowniki świateł i jak określa sekwencję zmian?

Otóż teoria dotycząca tego tematu jest stosunkowo zawiła i potrafi zniechęcić niemal każdego początkującego amatora. W jaki sposób poznać choćby podstawy tego zagadnienia, nie zagłębiając się w szczegółową te-

orie? Być może z pomocą przyjdzie Wam, drodzy Czytelnicy niniejszy artykuł.

Postaram się w sposób łatwy i możliwie "bezbolesny" przekazać kompendium wiedzy z teorii automatów, choć przyznaję, że zadanie nie jest łatwe.

Czym w takim razie jest automat (oczywiście w pojęciu techniki cyfrowej)? Nie jest to z pewnością samobieżny robot do pomocy w domu, ani maszyna do dystrybucji wody sodowej. Jest to pojęcie bardziej abstrakcyjne, określające "czarną skrzynkę", która może znajdować się w skończonej liczbie stanów wewnętrznych (tzw. automat skończony).

Posiada ona określoną liczbę sygnałów wejściowych oraz wyjściowych. Skrzynka ta potrafi wykonywać operacje sekwencyjne (następujące jedna po drugiej) w określonym porządku zależnym od stanu sygnałów wejściowych. Aktualny stan automatu ma swoje odzwierciedlenie w sygnałach wyjściowych.

Aby oddać sprawiedliwość teorii, należy zaznaczyć, że ze względu na specyfikę działania, automaty dzieli się na synchroniczne i asynchroniczne. Oczywiście wyróżnia się szereg innych podziałów np. ze względu na zasady syntezy (Moore'a, Mealy'ego).

Aby za bardzo nie rozwijać, obszernego tematu, ograniczę się do podstaw wiedzy o zasadach syntezy automatów synchronicznych.

Podstawową cechą wszelkich automatów synchronicznych jest obecność sygnału zegarowego, synchronizującego wszystkie przejścia pomiędzy stanami. To znaczy, że układ nie może przejść do następnego stanu wewnętrznego, jeżeli nie otrzyma impulsu zegarowego. Automaty synchroniczne są prostsze w syntezie, gdyż nie występuje w nich zjawisko zwane hazardem (czas ustalania się sygnałów wewnętrznych jest dużo krótszy od okresu sygnału taktującego).

Wszystkie automaty opierają swoją konstrukcję na przerzutnikach. Są one podstawowymi komórkami, pamiętającymi aktualny stan automatu. Nadają się do tego celu praktycznie wszystkie typy przerzutników: D, JK, T, RS.

Jak w takim razie dokonać syntezy prostego układu sekwencyjnego?

Proces syntezy prostego automatu można podzielić na kilka etapów:

- 1. Dokonanie założeń wstępnych oraz opis słowny zadania.
- 2. Ustalenie stanów wewnętrznych automatu.
- 3. Ustalenie zbioru słów wejściowych oraz wyjściowych (alfabet wejściowy oraz wyjściowy).
- 4. Utworzenie algorytmu sterowania.
- 5. Narysowanie grafu przejść automatu.

Tabela 1. Stany projektowanego automatu

Nazwa stanu	Stan świateł			
	droga X	droga Y	przejścia T	przejścia U
WOLNY_X	zielone	czerwone	zielone	czerwone
ŻÓŁTY_X	żółte	czerwone	zielone mig.	czerwone
CZERWONY_X	czerwone	żółte	czerwone	czerwone
WOLNY_Y	czerwone	zielone	czerwone	zielone
ŻÓŁTY_Y	czerwone	żółte	czerwone	zielone mig.
CZERWONY_Y	żółte	czerwone	czerwone	czerwone
AWARIA	żółte mig.	żółte mig.	wygaszone	wygaszone
START	czerwone	czerwone	czerwone	czerwone

Tabela 2.

stan obecny	działanie		
AWARIA	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do START
START	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do CZERWONY_X
CZERWONY_X	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do WOLNY_Y
WOLNY_Y	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do ŻÓŁTY_Y
ŻÓŁTY_Y	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do CZERWONY_Y
CZERWONY_Y	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do WOLNY_X
WOLNY_X	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do ŻÓŁTY_X
ŻÓŁTY_X	jeżeli AW	to	idź do AWARIA
	w przeciwnym przypadku		idź do CZERWONY_X

6. Opisanie automatu procedurą automatową lub wyrażeniami logicznymi

6a. Ewentualna minimalizacja wyrażen logicznych*.

6b. Wybór typu układu (w przypadku układów PLD).

7. Przetestowanie poprawności działania automatu*.

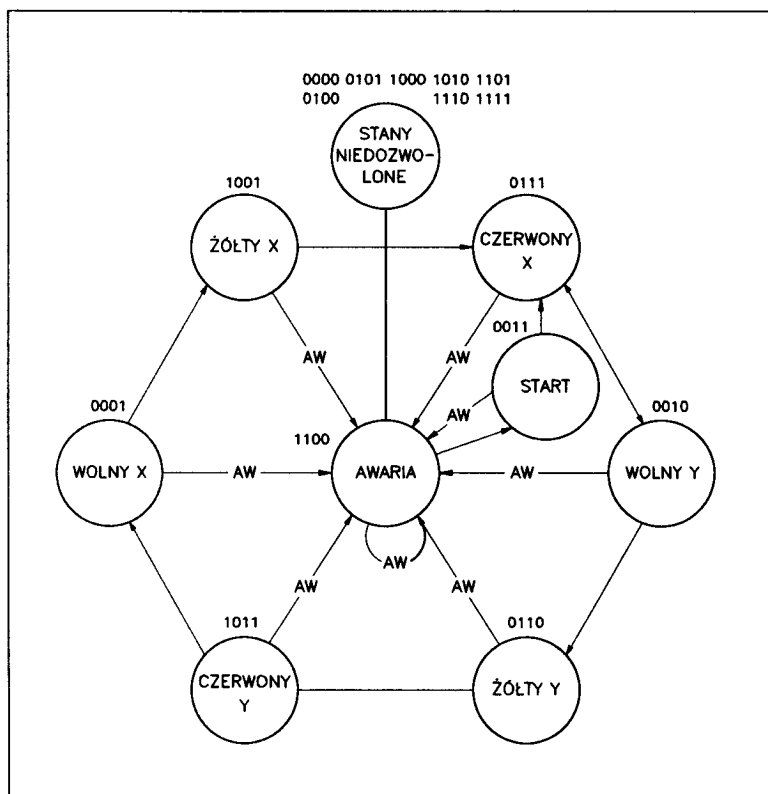
* – te zadania potrafi wykonać większość kompilatorów układów PAL

Przystąpmy zatem do dzieła. Zajmiemy się realizacją sterownika świateł ulicznych o następujących właściwościach:

- sterowanie ruchem ulicznym na dwóch równorzędnych drogach
- sterowanie światłami na przejściach dla pieszych
- wykrywanie sytuacji awaryjnych i przejście w tryb pracy awaryjnej

Na początku należy zaznaczyć, że synteza będzie dotyczyła implementacji automatu na układzie GAL 16V8. Architektura wewnętrzna tego układu wymagała dokonania pewnych założeń upraszczających. Układ ten posiada 8 wyjść, dlatego dekodery stanów wewnętrznych automatu został częściowo przeniesiony na zewnątrz. O wyborze układu zadecydowała jego niska cena.

Nasz automat może znajdować się w jednym z ośmiu stanów, wyszczególnionych w tabeli 1.



Rys. 1 Graf działania automatu

Tabela 3 Sposób zakodowania stanów świateł

stan	sygnał			
	X1	X0	T1	T0
	Y1	Y0	U1	U0
zielony	0	1	0	1
żółty	1	0	brak	brak
czerwony	0	0	1	0
żółty migający	1	CLK2*	brak	brak
zielony migający	brak	brak	0	CLK2
wygaszony	brak	brak	0	0

* – sygnał taktujący równy częstotliwości pulsowania świateł

Tabela 4 Stany sygnałów wyjściowych dla poszczególnych stanów automatu

stan automatu	sygnały wyjściowe							
	X1	X0	Y1	Y0	T1	T0	U1	U0
WOLNY_X	0	1	0	0	0	1	1	0
ŻÓŁTY_X	1	0	0	0	0	CLK2	1	0
CZERWONY_X	0	0	0	0	1	0	1	0
WOLNY_Y	0	0	1	0	1	0	1	0
ŻÓŁTY_Y	0	0	0	1	1	0	0	1
CZERWONY_Y	1	0	0	0	1	0	1	0
AWARIA	1	CLK2	1	CLK2	0	0	0	0
START	0	0	0	0	1	0	1	0

Po ustaleniu wszystkich możliwych stanów, przystępujemy do tworzenia algorytmu sterowania. Przykładowy algorytm podano w tabeli 2.

Przed utworzeniem grafu automatu, musimy jeszcze zdefiniować sygnały wejściowe (alfabet wejściowy automatu). W naszym przypadku będzie to tylko jeden sygnał AW, wprowadzający automat w stan awarii.

Po ustaleniu możliwych stanów automatu oraz sygnałów wejściowych, możemy przejść do następnego kroku jakim jest tworzenie grafu automatu. Graf rysujemy w taki sposób, aby działanie automatu było zgodne z algorytmem sterowania. Gotowy graf uwidocznił na rys. 1.

Kolejnym krokiem jest zakodowanie stanów automatu. Elementami wykonawczymi sterownika będą światła (diody świecące), należy więc przekodować stan automatu na stan świateł zgodnie z tabelą 1. Dla drogi X i Y sygnalizacja świetlna może znajdować się w jednym z czterech następujących stanów: zielone, żółte, czerwone, żółte migające. Do zakodowania tych stanów wystarczą dwa ($2^2 = 4$) sygnały: odpowiednio X1, X0 dla drogi X oraz Y1, Y0 dla drogi Y.

W przypadku przejść T i U również możliwe jest wystąpienie czterech stanów świateł: zielone, czerwone, zielone migające oraz wygaszone. Stany te zakodujemy za pomocą sygnałów: T1, T0 dla przejść T i U1, U0 dla przejść U. Przy porządkowaniu usystematyzowano w tabeli 3.

Teraz możemy więc stwierdzić, że nasz automat będzie miał osiem sygnałów wyjściowych: X1, X0, Y1, Y0, T1, T0, U1, U0.

Wszystkie stany sygnałów wyjściowych zamieszczono w tabeli 4.

Jako wyjścia identyfikujące stan automatu zostały przyjęte sygnały: X1, Y1, T1, U1. Każdy ze stanów automatu jest reprezentowany przez unikalną (niepowtarzalną) kombinację tych sygnałów. Na grafie, obok stanu, została umieszczona odpowiadająca mu kombinacja sygnałów wyjściowych, dla odpowiednio: X1, Y1, T1, U1. Zapewne większość Czytelników zauważyła, że liczba stanów automatu jest równa 8, więc do ich zakodowania wystarczą 3 sygnały. Niestety, jak wcześniej wspomniano, założenia upraszczające, wymagały przypisania sygnałom: X1, Y1, T1, U1 podwójnego znaczenia. Oprócz pamiętania stanu wewnętrznego, służą one w połączeniu z sygnałami X0, Y0, T0, U0 do tworzenia słów wyjściowych.

Pozostaje jeszcze osiem kombinacji sygnałów, które nie mają swojej interpretacji – czyli są stanami niedozwolonymi automatu. Należy się zabezpieczyć przed tymi stanami tworząc dodatkową sekwencję wprowadzającą automat w stan AWARIA w przypadku wystąpienia jednego z zabronionych stanów. Jednym z naturalnych przypadków wystąpienia stanu niedozwolonego jest włączenie zasilania, kiedy wszystkie przerzutniki układu GAL 16V8 zostają wyzerowane (stan 0000).

W ten oto sposób proces projektowania powoli dobiega do końca. Pozostaje nam jeszcze stworzenie pliku źródłowego dla kompilatora, kompilacja i ewentualne przetestowanie modelu.

Listing fragmentu pliku źródłowego zamieszczono poniżej:

/** Inputs **/

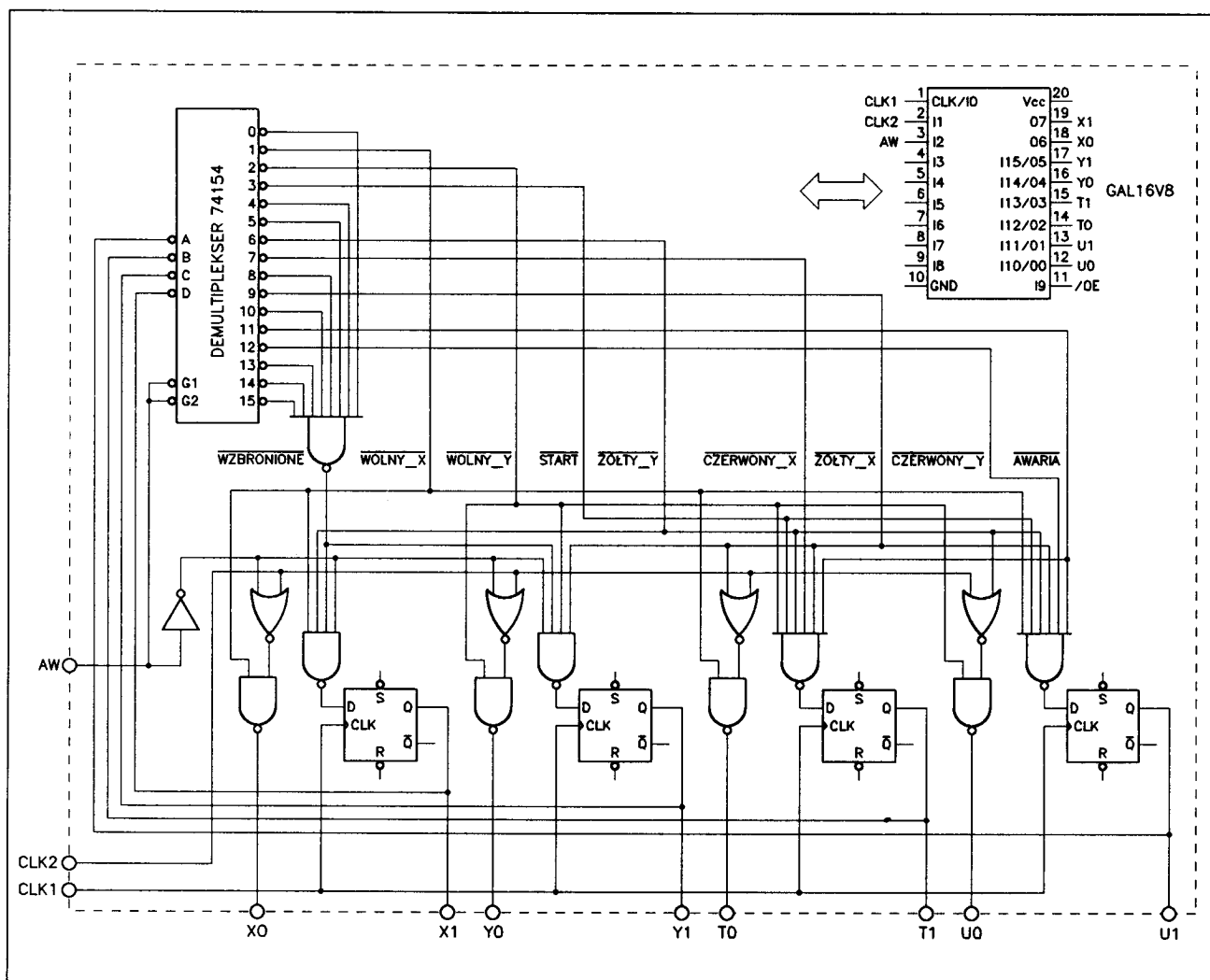
PIN 1 = clk;
PIN 2 = clk2;
PIN 3 = aw;
PIN 11 = !oe;

/** Outputs **/

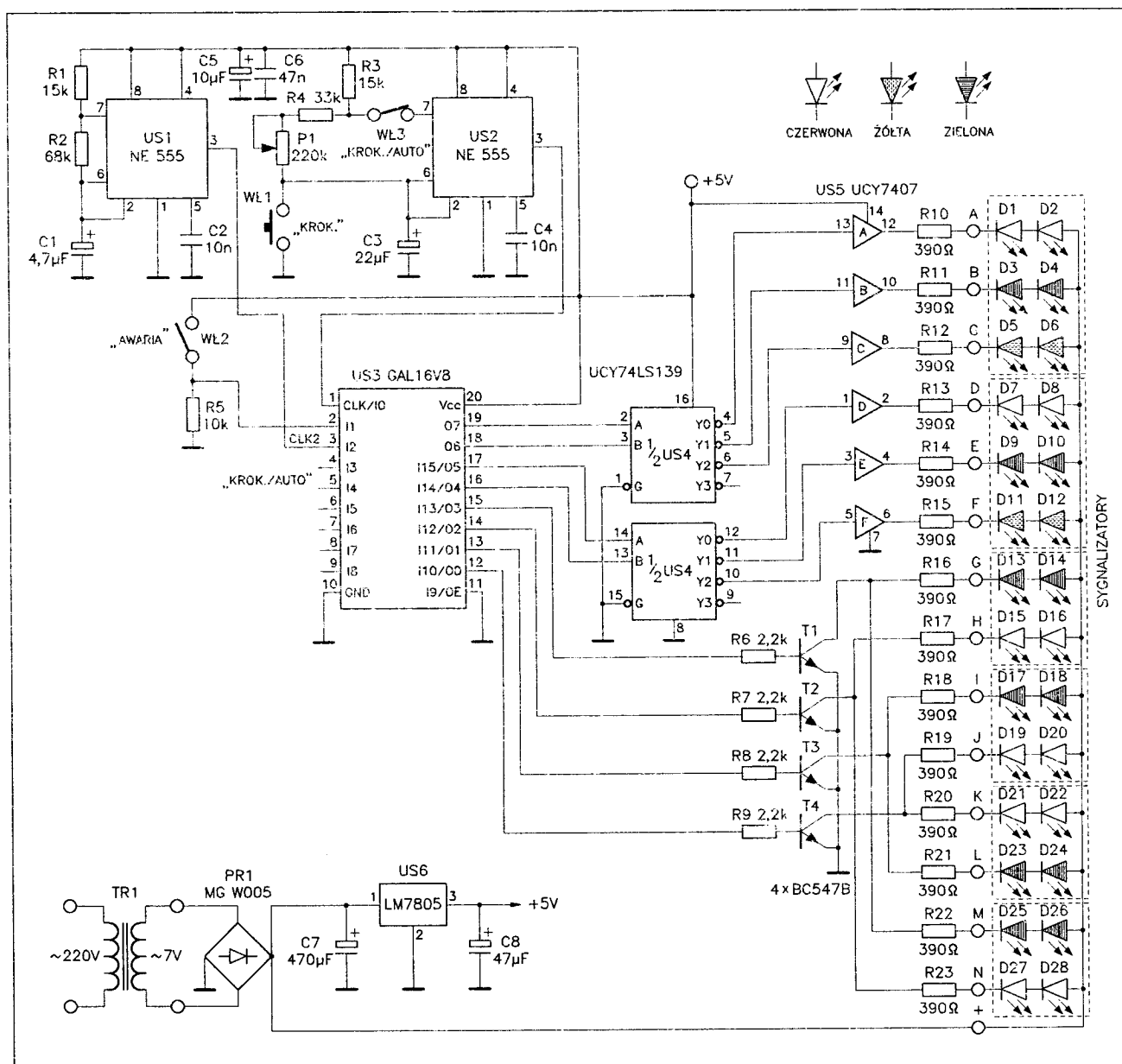
PIN 12 = U1;
PIN 13 = U0;
PIN 14 = T1;
PIN 15 = T0;
PIN 16 = Y1;
PIN 17 = Y0;
PIN 18 = X1;
PIN 19 = X0;

/** Deklaracja stanów **/

field traffic = [X1,Y1,T1,U1];
\$define wolny_x 'b'0001
\$define zolty_x 'b'1001
\$define czerwony_x 'b'0111
\$define wolny_y 'b'0010
\$define zolty_y 'b'0110
\$define czerwony_y 'b'1011
\$define awaria 'b'1100
\$define start 'b'0011



Rys. 2 Rozkład wyprowadzeń układu GAL 16V8 i jego wewnętrzny schemat po zaprogramowaniu



Rys. 3 Schemat ideowy sterownika świateł

/** Równania logiczne **/

X0 = clk2 & awaria # wolny_x;

Y0 = clk2 & awaria # wolny_y;

T0 = clk2 & zolty_x # wolny_x;

U0 = clk2 & zolty_y # wolny_y;

sequence traffic {

present wolny_x if aw next awaria;

default next zolty_x;

present zolty_x if aw next awaria;

default next czerwony_x;

present czerwony_x if aw next awaria;

default next wolny_y;

present wolny_y if aw next awaria;

default next zolty_y;

present zolty_y if aw next awaria;

default next czerwony_y;

present czerwony_y if aw next awaria;

```

default next wolny_x;
present awaria if aw next awaria;
default next start;
present start if aw next awaria;
default next czerwony_x;
}

```

Jak widać jest on bardzo podobny do napisanego wcześniej algorytmu, został jedynie przystosowany do składni akceptowalnej przez program CUPL.

Jakie korzyści daje nam zastosowanie programowalnych układów logicznych? Tak prosty projekt dałoby się zapewne zrealizować za pomocą kilku bramek i przerzutników.

Układy GAL mają kilka istotnych zalet dyskwalifikujących standardowe układy logiczne już przy średnio złożonych projektach:

- są tańsze;
- zajmują mniej miejsca;
- są prostsze w implementacji, gdyż sieć połączeń ("gmatwanina kabli") została przeniesiona do wnętrza układu scalonego;
- są bardzo szybkie - czas propagacji standardowo $7 \div 25$ ns;
- pozwalają na wielokrotne przeprogramowywanie (electrically erasable);
- są prostsze w syntezie, gdyż istnieje wiele programów (np. CUPL, PALASM) ułatwiających syntezę układów sekwencyjnych oraz kombinacyjnych.

Układ GAL 16V8 jest jednym z prostszych z rodziny programowalnych układów logicznych PLD. Na opis tego układu należałoby jednakże poświęcić odrębny artykuł, dlatego pozwolę sobie opisać jego konstrukcję wewnętrzną w maksymalnym skrócie.

Układ GAL 16V8 posiada 16 wejść i 8 wyjść. Na rysunku 2 przedstawiono opis wyprowadzeń układu 16V8, jak widać część z nich spełnia podwójną funkcję. Do każdego wyjścia ($O0 \div O7$) jest wewnątrz układu przypisana makrokomórka. W skład makrokomórki wchodzi przerzutnik D, ośmioweściowa bramka OR oraz kilka innych programowalnych bramek umożliwiających min. ustalenie polaryzacji wyjścia, charakteru wyjścia (rejestrowe bądź kombinacyjne), wprowadzania go w stan

wysokiej impedancji itp. Wejścia bramek OR z każdej makrokomórki tworzą z wejściami ($I0 \div I15$) oraz wyjściami układu matrycę, w której połączenia (przepalenia) spełniają rolę iloczynu montażowego (AND).

Zaprogramowanie układu GAL zgodnie z mapą przepaleń wygenerowaną przez dowolny kompilator układów PLD, pozwala na przystosowanie układu do pracy w danym projekcie. Przepalenia mają charakter odwracalny, dlatego układ można wykorzystywać wielokrotnie.

Aby uzmysłowić stopień komplikacji automatu, na rys. 2 przedstawiono implementację projektowanego sterownika świateł przy wykorzystaniu klasycznych układów logicznych. Jak widać realizacja tego samego projektu wymagałaby użycia 10 układów scalonych. Tymczasem to wszystko zmieściło się w jednym małym układzie scalonym!

Opis konstrukcji

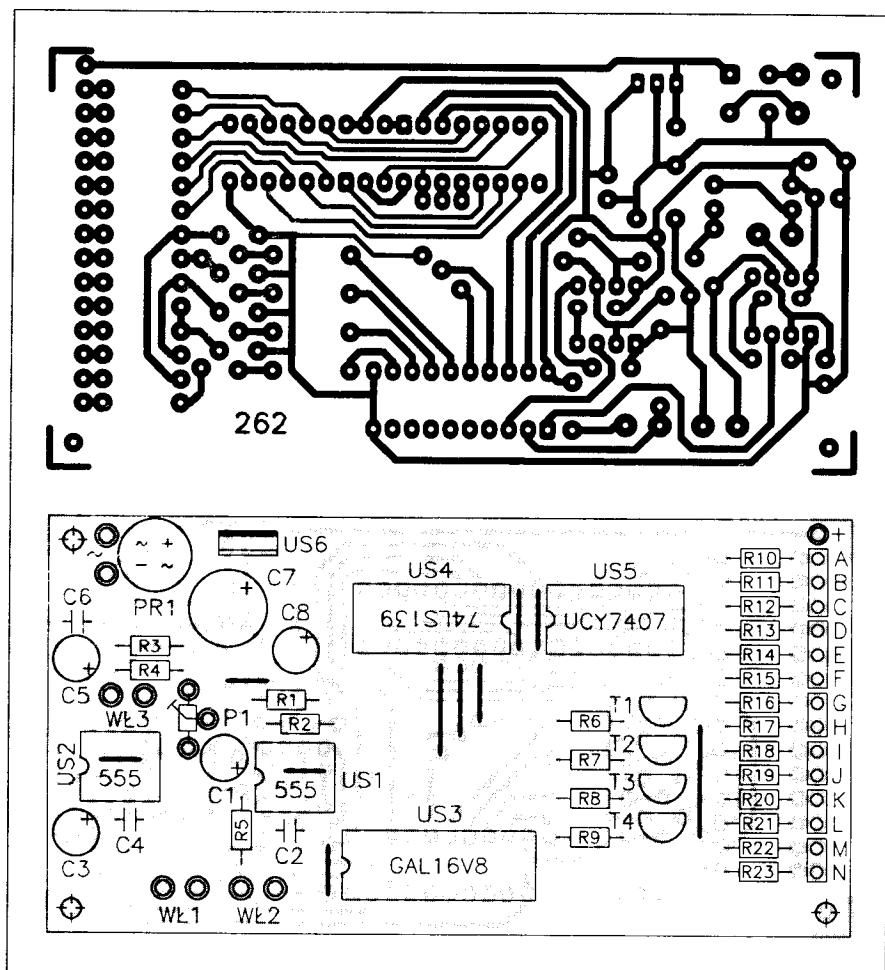
Układy US1 i US2 pracują w konfiguracji multiwibratora astabilnego. Pierwszy z nich generuje przebieg o częstotliwości ok. 2 Hz, ustalający tempo pulsowania świateł. Drugi generator dostarcza impulsów taktujących układ GAL. Potencjometrem P1 można regulować częstotliwość zmian sekwencji w zakresie od ok. 0,8 Hz do ok. 0,12 Hz.

Przełącznik WŁ3 pozwala na przełączenie w tryb pracy krokowej. Przechodzenie do kolejnych stanów odbywa się wówczas po naciśnięciu mikrołącznika WŁ1. Włącznik WŁ2 służy do symulowania stanu awarii sterownika i wprowadza automat w stan AWARIA.

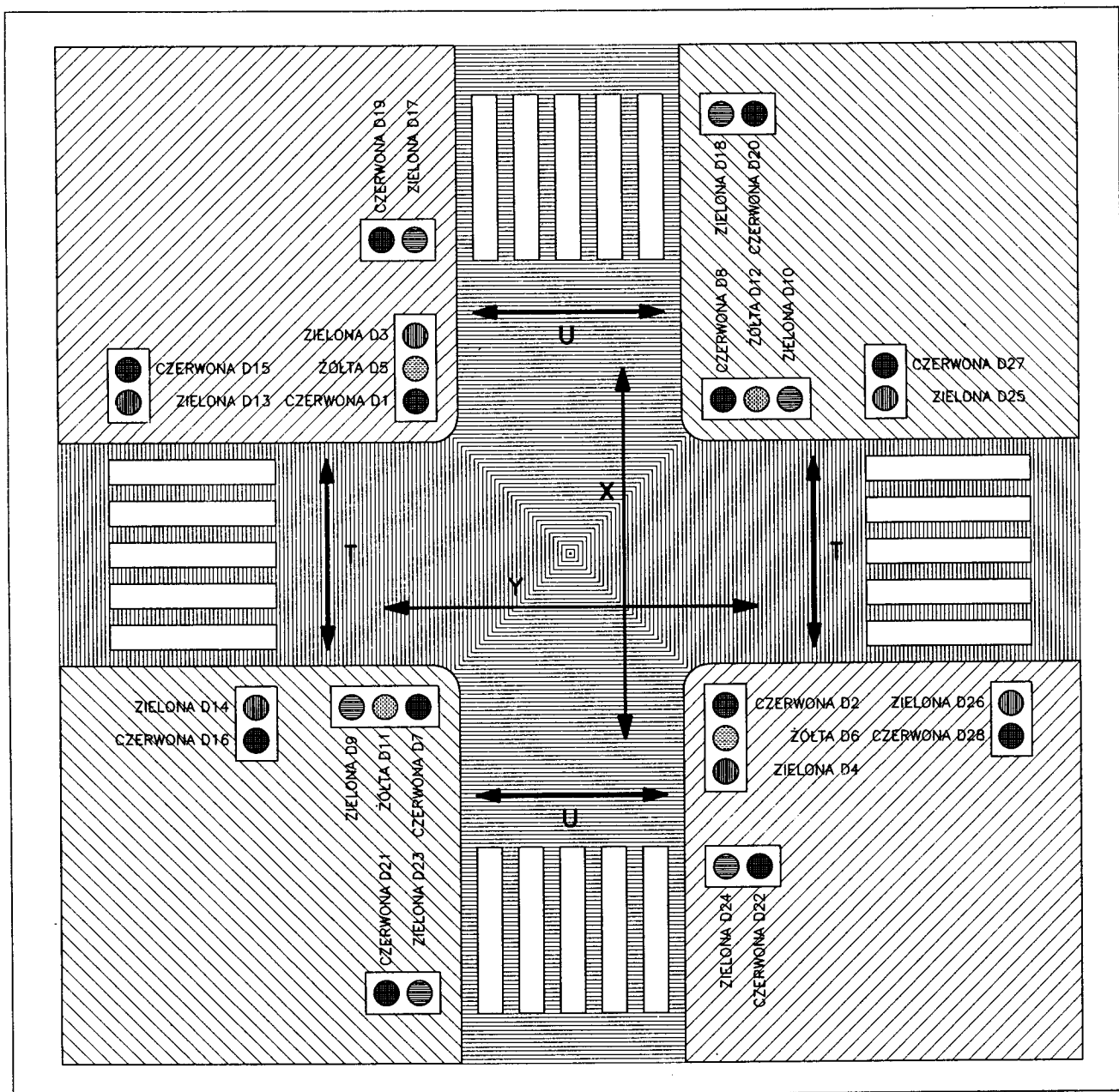
Układ US4 stanowi część dekodera słów wyjściowych. Wyprowadzenia tego układu sterują buforami z otwartym kolektorem (US5). Diody świecące dołączone są do wyjść tych buforów, oraz do kolektorów tranzystorów $T1 \div T4$. Prąd płynący przez diody zależy od Wartości rezystorów szeregowych $R11 \div R24$, które w razie potrzeby można skorygować, pamiętając jednak, że $I_{OLmax} = 40$ mA dla układu 7404.

Montaż i uruchomienie

Pod układ US3 należy obowiązkowo zastosować podstawkę. Warto pomyśleć o makiecie skrzyżowania, na którym zostaną zainstalowane diody świecące. Należy temu zagadnieniu poświęcić możliwie najwięcej uwagi, gdyż od tego będzie zależał praktycznie cały efekt końcowy.



Rys. 4 Płytką drukowana i rozmieszczenie elementów



Rys. 5 Makieta skrzyżowania

Makieta może być wykonana na płycie pilśniowej, na której namalowano skrzyżowanie i w odpowiednich miejscach umieszczono diody świeące (rys. 5). Można też wykonać bardziej efektowną makietę, z stojącymi sygnalizatorami. Jednakże ze względów dydaktycznych lepsza jest makieta "płaska", na której widać wszystkie diody równocześnie. Makieta przestrzenna wymaga zaglądania ze wszystkich stron, tak jak prawdziwe skrzyżowanie. Jeżeli makieta będzie miała duże wymiary warto zastosować diody świeące o średnicy $\phi 10$ mm.

Włączniki WŁ1÷WŁ3 umieszcza się na makiecie. Natomiast potencjometr P1 może zostać zamontowany na płytce drukowanej (typ TVP 1232), lub umieszczony na makiecie.

Na zakończenie warto dodać, że opisywany automat może znaleźć zastosowanie jako dydaktyczny mo-

del do nauki przepisów ruchu drogowego dla szkół podstawowych i przedszkoli. Osobiście widziałem jak dzieci z przedszkola oglądały prawdziwe skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną. Pierwszy etap nauki będzie na pewno ciekawszy i bezpieczniejszy przy wykorzystaniu opisanej tu makiet.

Zachęcamy uczniów szkół średnich do budowania makiet w ramach prac dyplomowych, gdyż urządzenie to łączy w sobie wiele ciekawych i użytecznych zagadnień. Wykonaną makietę po zdaniu egzaminu można przekazać szkole podstawowej, lub przedszkolu.

Wykaz elementów

US1, US2	– LM 555
US3	– GAL 16V8 (zaprogramowany)
US4	– 74LS139

US5	– 74LS07
US6	– LM 7805
T1÷T4	– BC 547B
PR1	– mostek prostowniczy MG W005
D1, D2, D7, D8, D15, D16, D19, D20, D21, D22, D27, D28	– LED kolor świecenia czerwony
D3, D4, D9, D10, D13, D14, D17, D18, D23, D24, D25, D26	– LED kolor świecenia zielony
D5, D6, D11, D12	– LED kolor świecenia żółty
R10÷R23	– 390 Ω /0,25 W
R6÷R9	– 2,2 k Ω /0,125 W
R5	– 10 k Ω /0,125 W
R1, R3	– 15 k Ω /0,125 W
R4	– 33 k Ω /0,125 W
R2	– 68 k Ω /0,125 W
P1	– 220 k Ω TVP 1232
C2, C4	– 10 nF/50 V ceramiczny

C6	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1	– 4,7 μ F/16 V 04/U
C5	– 10 μ F/16 V 04/U
C3	– 22 μ F/16 V 04/U
C8	– 47 μ F/16 V 04/U
C7	– 470 μ F/16 V 04/U
TR1	– transformator sieciowy 220 V/7 V
WŁ1	– włącznik monostabilny
WŁ2, WŁ3	– włącznik bistabilny
płytką drukowaną numer 262	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki i zaprogramowane układy GAL 16V8 można zamawiać w redakcji PE.

Przy zamawianiu układów prosimy dopisać
GAL – SKRZYŻOWANIE.

Cena: płytka – 2,55 zł (25.500 zł)

GAL 16V8 – 9,50 zł (95.000 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Tomasz Kwiatkowski

Generator szumów małej częstotliwości

Jest to układ wytwarzający sygnały szumu białego i tzw. szumu różowego. Przewidziany jest do sprawdzania właściwości torów wzmacniających małej częstotliwości, a szczególnie torów elektroakustycznych (wzmacniacze z głośnikami).

Właściwości szumów

Szумы są to nieregularne przebiegi elektryczne o szerokim widmie częstotliwości składowych. Każdy przebieg okresowy można zgodnie z twierdzeniem Fouriera rozłożyć na składowe harmoniczne. Ilość harmonicznych jest nieskończona, ale zwykle szybko maleją amplitudy wyższych harmonicznych składowych i dla wiernego odtworzenia kształtu przebiegu wystarczy ich ograniczona ilość. Harmoniczne te są ze sobą skorelowane co oznacza np., że ściśle są określone zależności fazowe między nimi. Zupełnie inaczej jest z szumami – zawierają bardzo dużo składowych częstotliwości o widmie ciągłym, tzn. bez wyróżniania kolejnych harmonicznych. Składowe te nie są ze sobą związane, nie są skorelowane. Pasma częstotliwości składowych szumów może być ograniczone przez układ elektryczny w którym występują. Układ taki może również wpływać na gęstość widmową energii szumu (uwypuklać pewne częstotliwości, a inne tłumić).

Najbardziej popularne jest pojęcie szumu białego – jest to szum o równomiernym widmie gęstości energii, czyli stosunku mocy do pasma częstotliwości w jakim ta moc jest zawarta.

$$G = \frac{\delta P}{\delta F}$$

gdzie: G – gęstość mocy,

δP – moc szumu zawarta w paśmie δF ,

δF – pasmo energetyczne.

Ten rodzaj szumu jak i inne zostały dokładniej opisane w PE 12/95.

Zbliżony do szumów charakter mają sygnały akustyczne. W odtwarzanej muzyce występują jednocześnie składowe o niskich, wysokich i pośrednich częstotliwościach. Dla człowieka interesujący jest zakres słyszalny zawierający się w przedziale 20÷20000 Hz. Struktura energetyczna sygnału akustycznego nie odpowiada strukturze szumu białego. Większość zjawisk fizycznych w dziedzinie częstotliwości związana jest ze względnym zakresem częstotliwości czyli stosunkiem pasma częstotliwości δf do częstotliwości środkowej f_0 lub stosunkiem wynikającym ze zmiany częstotliwości ($f_{\max}/f_{\min}$). Stąd biorą się pojęcia oktawy, tercji, dekady. Dwa pierwsze są szczególnie dobrze znane muzykom. Oktawa oznacza podwojenie częstotliwości, a dekada dziesięciokrotną jej zmianę. Ilustracją dekadowego ujęcia częstotliwości jest logarymiczna skala częstotliwości używana do graficznego opisu charakterystyk częstotliwościowych torów elektroakustycznych.

Wrażenia słuchowe także związane są ze względnymi proporcjami częstotliwości. Dla uzyskania wrażenia równomiernego sygnału akustycznego nie jest potrzebny sygnał, w którym każda składowa częstotliwość ma taką samą moc. Wrażenie to uzyskuje się przez utrzymanie równowagi energetycznej w odniesieniu do względnych częstotliwości, np. oktawy dla niskich częstotliwości i oktawy dla wysokich częstotliwości. Takie

właściwości posiada wytwarzany sztucznie tzw. szum różowy.

W szumie różowym tylko składowe w zakresie tercji ($1/3$ oktawy) posiadają stałą moc średnią, przy czym zwiększaniu częstotliwości towarzyszy zmniejszanie tej mocy. Nachylenie charakterystyki mocy wynosi 3 dB/oktawę . Na wykresie logarytmicznym przebieg gęstości mocy w funkcji częstotliwości będzie przedstawiał dla szumu różowego linię prostą o tym właśnie nachyleniu. Tutaj chcę zwrócić uwagę, że nachylenie charakterystyki prostego filtra RC wynosi 6 dB/oktawę .

Jak więc uzyskać szum różowy? Najczęściej stosowaną metodą jest jednak metoda filtracji szumu białego. Szum biały można stosunkowo łatwo wytworzyć np. za pomocą diody. Tak uzyskany szum podaje się do filtra o nachyleniu charakterystyki 3 dB/oktawę . Filtr taki realizuje się przez aproksymację – składając charakterystyki przejściowe kilku filtrów RC. Bardzo pomocna okazuje się tutaj symulacja komputerowa, która pozwala na dobór elementów w celu uzyskania optymalnego przebiegu charakterystyki. Oczywiście charakterystykę taką można uzyskać w ograniczonym zakresie częstotliwości, dla nas interesującym jest zakres częstotliwości akustycznych ($20\div 20000\text{ Hz}$). Taką właśnie metodę zastosowano w proponowanym rozwiązaniu generatora szumów.

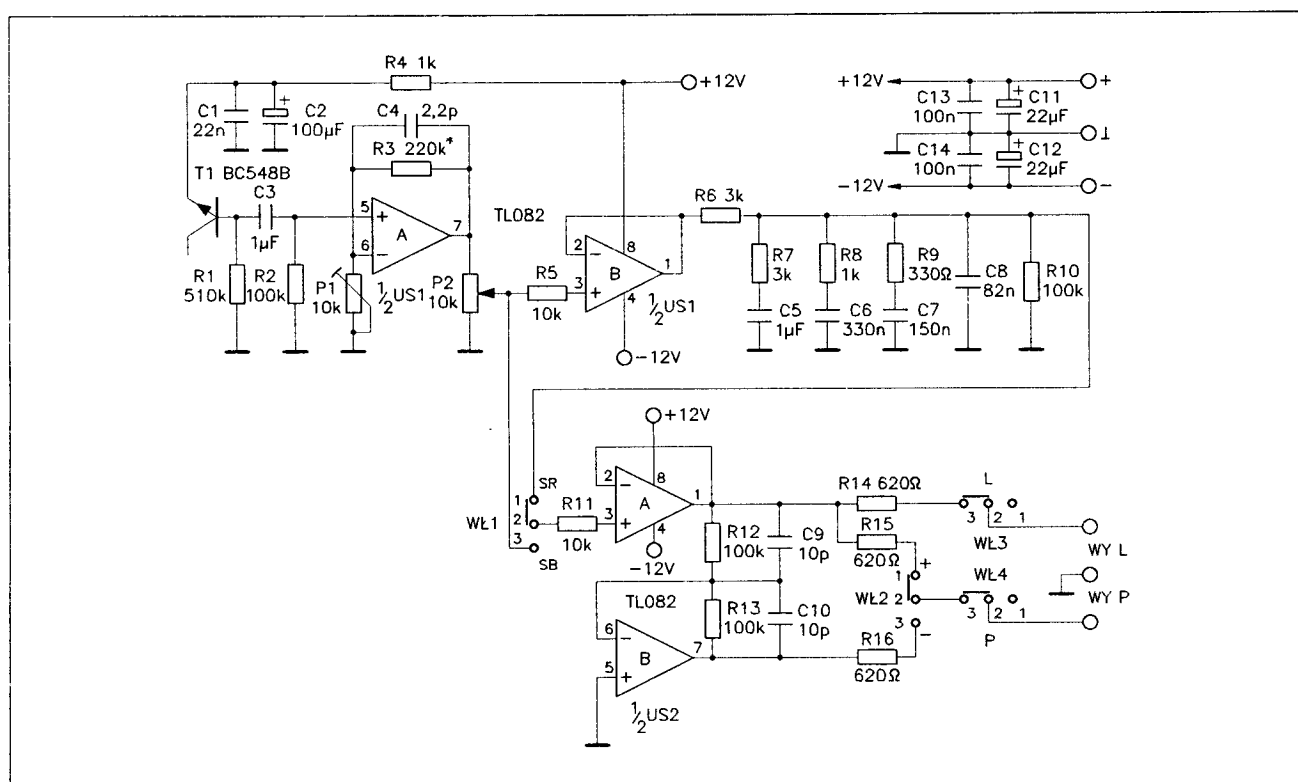
Szum różowy jest także nagrywany na różnego rodzaju płytach i taśmach testowych przewidzianych do sprawdzania i regulacji torów elektroakustycznych. Jego oryginalną właściwością jest to, że umożliwia uzyskanie takich samych położenia słupków wskaźnikowych

analizatora widma sygnału akustycznego wykorzystującego filtry oktafowe, przy równomiernej (płaskiej) charakterystyce przenoszenia badanego układu. Analizator widma sygnału akustycznego to urządzenie zawierające w swoim składzie filtry oktafowe tzn. przenoszące pasmo jednej oktawy i o częstotliwościach środkowych przesuniętych o oktawę. W ten sposób można uzyskać pokrycie całego zakresu częstotliwości akustycznych. Sygnały z każdego z filtrów są prostowane i służą doysterowania najczęściej wskaźników słupkowych prezentujących poziomy sygnałów w badanych pasmach. Ułożenie wskaźników obok siebie daje ilustrację zawartości poszczególnych składowych sygnału, lub przy równomiernym sygnale (szum różowy) charakterystyki przenoszenia toru wzmacniającego, a nawet całego toru elektroakustycznego. Dla uzyskania charakterystyki toru elektroakustycznego (wzmacniacz z głośnikami) niezbędne jest zastosowanie mikrofonu pomiarowego.

Opis i działanie układu

Schemat ideowy generatora szumów przedstawiony jest na rys. 1.

Źródłem szumów jest tranzystor T1, a konkretnie jego złącze baza – emiter polaryzowane w kierunku zaporowym. Szumy takiego złącza to szumy śrutowe, których wielkość zależy od prądu złącza. Szumy te mają charakter szumów białych. Dla uniknięcia wpływu przydźwięku sieci układ powinien być zasilany ze stabilizowanego źródła napięcia, a zasilanie tranzystora T1 jest dodatkowo filtrowane obwodem R4, C1 i C2.



Rys. 1 Schemat ideowy generatora szumów

Napięcie szumów na rezystorze R1 osiąga wartość skuteczną rzędu 5 mV (zależy ona od egzemplarza tranzystora). Napięcie to za pośrednictwem kondensatora C3 podawane jest do wzmacniacza US1A. Wzmocnienie wzmacniacza jest regulowane rezystorem nastawnym P1 w celu uzyskania odpowiedniego maksymalnego poziomu sygnału wyjściowego.

Wielkość sygnału wyjściowego regulowana jest potencjometrem P2. Sygnał podawany jest na przełącznik WŁ1 i wejście wtórника US1B. Na wyjściu wtórника znajduje się filtr dolnoprzepustowy o nachyleniu charakterystyki wynoszącym 3 dB/oktawę. Zadaniem tego filtru jest przetworzenie szumu białego na szum różowy. Człony filtru składają się z szeregowo połączonych elementów RC. Uważny czytelnik na pewno zauważy, że rezystory R7, R8, R9 mają się do siebie w stosunku 3/1. Połączone z nimi kondensatory dobrano dla uzyskania najbardziej liniowej charakterystyki. Sygnał szumu różowego z wyjścia filtru podawany jest do przełącznika WŁ1. Służy on do przełączania charakteru sygnału wyjściowego generatora (szum różowy / szum biały).

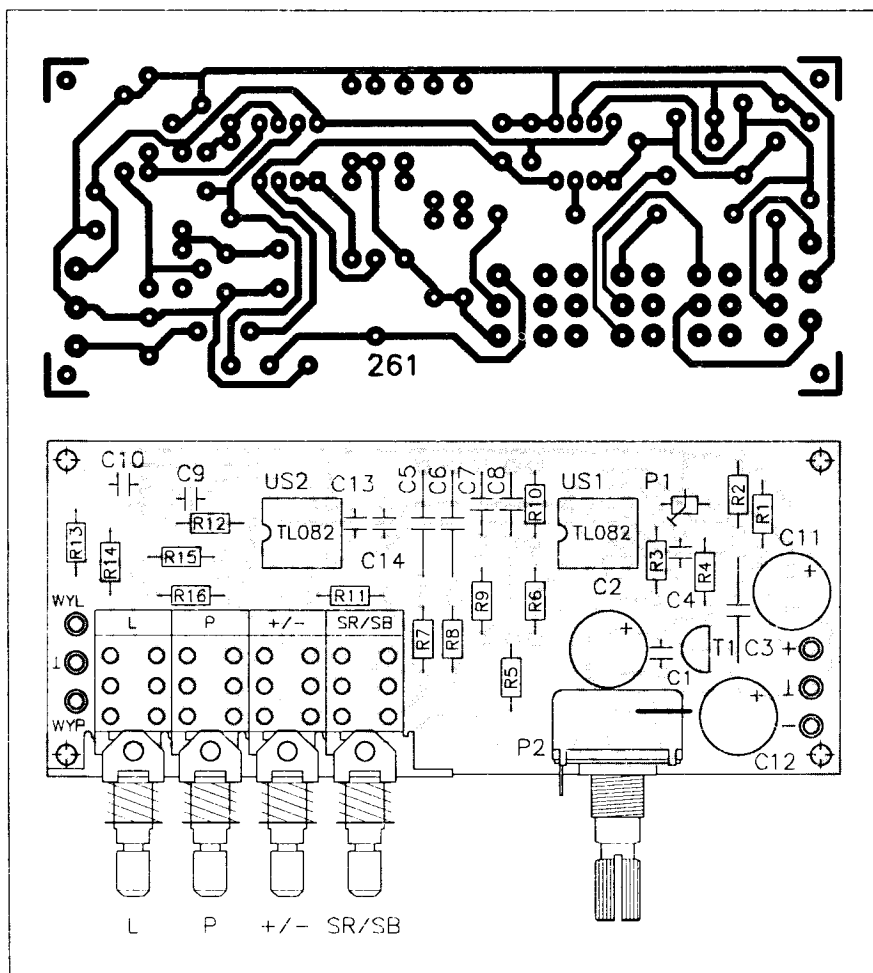
Z przełącznika sygnał podawany jest do wtórника US2A pełniącego rolę wzmacniacza wyjściowego. Z wyjścia wtórника sygnał podawany jest do wzmacnia-

cza odwracającego o wzmocnieniu równym 1 V/V w celu uzyskania sygnału o przeciwnej fazie. Obydwa sygnały podawane są dalej do przełączników umożliwiających podawanie sygnałów o jednakowej fazie do kanałów lewego i prawego toru wzmacniającego lub sygnałów o fazach przeciwnych. Możliwe jest także włączanie sygnału tylko do jednego kanału. Wyjścia generatora szumów umożliwiająysterowanie wzmacniacza stereofonicznego. W szereg z wyjściami włączono rezystory R14, R15, R16 ustalające rezystancję wyjściową generatora na typową dla generatorów małej częstotliwości wartość zbliżoną do 600Ω.

Zasilanie generatora należy zapewnić z zewnętrznego zasilacza umożliwiającego dostarczenie napięć zasilających symetrycznych ± 12 V. Napięcia te powinny być stabilizowane. Pobierany prąd nie przekracza 10 mA.

Montaż i uruchomienie

Przed przystąpieniem do montażu należy skompletować elementy. Dotyczy to zwłaszcza przełącznika Iso-stat. Powinien on zawierać cztery pojedyncze segmenty niezależne, które należy zamocować na listwie z odstępem 10 mm.



Rys. 2 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Otwory pod styki przełącznika i kołki montażowe należy rozwiąć do średnicy 1,3 mm.

W pierwszej kolejności zamontować zwoje i kołki montażowe. Następnie elementy RC i na zakończenie elementy półprzewodnikowe, przełącznik i potencjometry. Przy montażu przełącznika zapewnić jego odstęp od płytki równy 2 mm, za pomocą podłożonych pod skrajne segmenty zapatek. Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów pokazane są na rys. 2.

Zasilacz można zmontować na płytce zasilacza rozprowadzanej przez redakcję PE. Powinien on zawierać stabilizatory monolityczne 78L12 (+12 V) i 79L12 (-12 V). Transformator sieciowy powinien dostarczać napięcie symetryczne 2×15 V. Moc transformatora powinna być jak najmniejsza z uwagi na niewielki pobór mocy przez układ. Przy montażu obwodów sieciowych zwrócić szczególną uwagę na zachowanie zasad bezpieczeństwa użytkowania. Należą do nich w pierwszej kolejności: prowadzenie połączeń przewodami o podwójnej izolacji i izolowanie punktów połączeń.

Transformator powinien posiadać znak bezpieczeństwa B.

Uruchamianie zacząć od sprawdzenia prawidłowości montażu i braku zwarc. Do uruchomienia zasilacza niezbędny będzie miernik uniwersalny. Do uruchomienia generatora wskazany jest oscyloskop, ale nie konieczny.

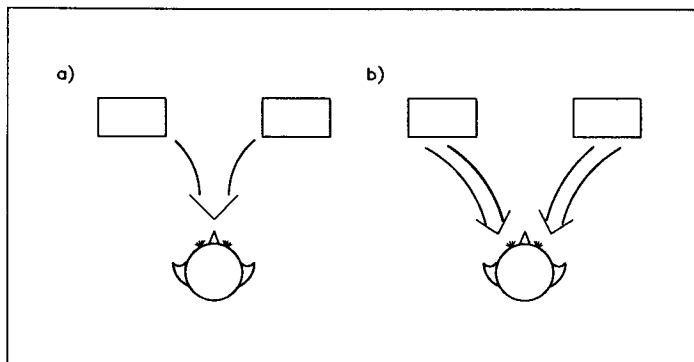
W pierwszej kolejności sprawdzić działanie zasilacza przez pomiar napięć wyjściowych. Dopiero sprawdzony zasilacz można podłączyć do płytki generatora.

Potencjometr P2 ustawić na maksimum sygnału wyjściowego. Rezystor nastawny P1 ustawić w środkowe położenie. Sygnał wyjściowy podłączyć do wejść liniowych wzmacniacza małej częstotliwości. Przetłacznik rodzaju szumu ustawić na szum różowy. Regulatory barwy dźwięku wzmacniacza ustawić w położenia neutralne, a regulator głośności w położenie środkowe. Włączyć wzmacniacz i następnie zasilanie generatora. W głośnikach powinien być słyszalny szum. Zwiększyć natężenie szumu przez regulację głośności we wzmacniaczu. Jeśli głośność szumu będzie zbyt mała, można ją zwiększyć regulując rezystorem nastawnym P1. Głośność szumu nie powinna być zbyt duża, ponieważ przesterowanie wzmacniacza zmienia charakter szumu. Powinniśmy unikać przesterowania układów generatora i później badanego wzmacniacza. Do skontrolowania braku przesterowania i poziomu sygnału przydatny będzie oscyloskop. Będzie on także przydatny do "znalezienia" sygnału, jeśli nie usłyszymy szumu w głośnikach.

Pamiętać należy, że wartość skuteczną szumu białego można obliczyć jako $1/8$ średniej wartości międzyszczytowej szumu obserwowanego na ekranie oscyloskopu. W celu uzyskania szumu białego należy wcisnąć przetłacznik rodzaju szumu. W głośniku powinna wtedy zdecydowanie zmienić się barwa szumu na ostrą o dużej zawartości wysokich częstotliwości. Przy korzystaniu z szumu białego należy zmniejszyć zdecydowanie siłę głosu aby uniknąć możliwości uszkodzenia głośników wysokotonowych.

Wykorzystanie generatora szumów

Możliwość zmiany przesunięcia fazowego między sygnałami wyjściowymi o 180° przewidziana jest do sprawdzenia prawidłowości zfazowania głośników pod-



Rys. 3 Sprawdzenie prawidłowości podłączenia głośników

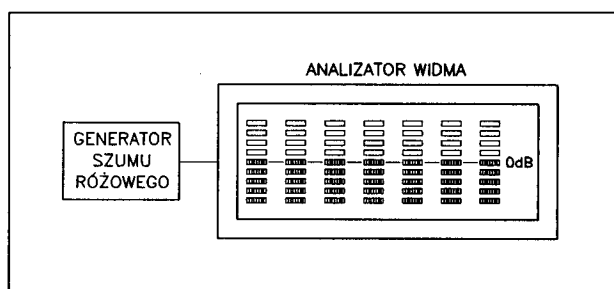
łączanych do wyjść kanałów lewego i prawego wzmacniacza. Przy prawidłowo podłączonych głośnikach, podczas podawania szumu różowego na wejścia kanałów lewego i prawego o tych samych fazach, sygnał powinien być słyszalny pozornie z punktu między głośnikami (rys. 3a). Przy nieprawidłowo połączonych fazach występuje wyraźne rozdzielanie źródeł sygnału. Ilustruje to rys. 3b.

Zmiana faz sygnałów wejściowych na przeciwne daje ten efekt przy głośnikach podłączonych prawidłowo.

Włączanie sygnału szumu różowego na zmianę do kanału lewego i prawego umożliwia sprawdzenie jednokowej barwy dźwięku obu kanałów. Włączenie szumu białego i uzyskanie zmiany barwy dźwięku świadczy o prawidłowym przenoszeniu wysokich częstotliwości.

Wspomniane już wcześniej możliwości wykorzystania generatora szumu wymagają zastosowania analizatora widma akustycznego. Opisy działania i wykonania analizatorów widma były prezentowane w PE 3/92, PE 1/93, PE 12/94, PE 1/95. W PE 3/92 opisany jest analizator zrealizowany na ogólnie dostępnych elementach z wyświetlaniem wskazań za pomocą diod LED, a w PE 1/93 opisano dokładnie pole wyświetlacza do analizatora. W PE 12/94 i 1/95 opisano siedmiopasmowy korektor graficzny z analizatorem widma przystosowanym do wskaźnika LCD. Możliwe jest uzyskanie kopii kserograficznych tych opisów za pośrednictwem redakcji PE.

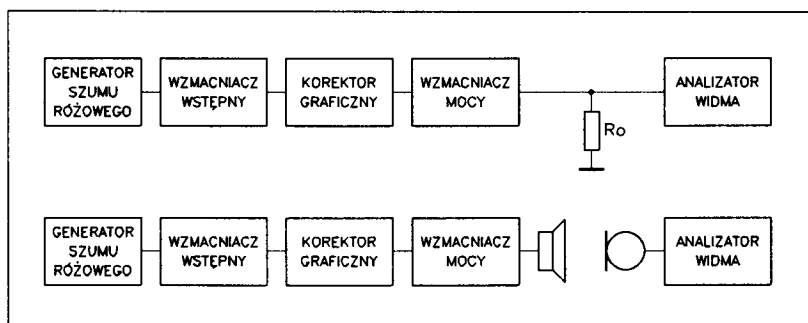
Zastosowanie sygnału szumu różowego do sprawdzenia charakterystyki częstotliwościowej i ewentualnej regulacji analizatora widma sygnału akustycznego przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4 Sprawdzenie charakterystyki analizatora widma akustycznego

Generator szumu różowego należy podłączyć do wejścia analizatora i regulując poziom sygnału wyjściowego uzyskać wskazania poszczególnych wskaźników na poziomie 0 dB.

Kolejne zastosowanie to sprawdzenie charakterystyki przenoszenia toru wzmacniającego. W tym celu generator szumu różowego podłącza się do wejścia toru wzmacniającego (wzmacniacza wstępnego), a analizator widma do wyjścia wzmacniacza mocy. Wyjście wzmacniacza mocy powinno być obciążone rezystancją znamionową R_0 . Pokazano tę sytuację na rys. 5a.



Rys. 5 a) Sprawdzenie charakterystyki częstotliwościowej toru wzmacniającego, b) Korekcja charakterystyki częstotliwościowej toru elektroakustycznego

Przy regulacji korektora graficznego w położenia neutralne powinno się uzyskać jednakowe wskazania poszczególnych wskaźników analizatora. Następnie można sprawdzić działanie poszczególnych regulatorów korektora graficznego. Przy tych zabiegach zwrócić uwagę na nieprzesterowanie żadnego z elementów toru, które może spowodować nieprawidłowe wskazania. Przesterowanie może szczególnie wystąpić przy ustawieniu regulatora korektora na maksimum.

Najbardziej zaawansowane jest zastosowanie szumu różowego do sprawdzenia charakterystyki toru elektroakustycznego. Jest ono często wykorzystywane w profesjonalnych technikach nagłaśniania wewnątrz. W tym przypadku generator szumu różowego podłącza się także do wejścia toru wzmacniającego. Wyjście wzmacniacza mocy obciążone jest teraz głośnikiem. Analizator widma należy wyposażyć

w mikrofon i odpowiedni przedwzmacniacz (rys. 5b). Mikrofon powinien mieć płaską charakterystykę częstotliwościową i dookólną charakterystykę czułości. Korzystne właściwości w tym względzie posiadają popularne mikrofony elektretowe stosowane w radiomagnetofonach. Mikrofon należy umieścić w miejscu odsłuchu, lub sprawdzić widmo sygnału w kilku miejscach np. sali widowiskowej.

Korzystając z korektora graficznego należy uzyskać najbardziej równomierny rozkład widma odczytywany za pomocą analizatora. Nierównomierność widma powodują właściwości zestawów głośnikowych i właściwości pomieszczenia odsłuchowego (odbicia sygnałów, tłumienie, itp.).

Opisy korektorów graficznych były także już publikowane w PE. Pierwsza wersja była przedstawiona kolejno w następujących numerach PE: 2/92, 3/92, 4/92, 5/92. Tranzystorowy korektor graficzny był opisany w PE 6/93. Siedmiopasmowy korektor graficzny Hi-Fi z analizatorem widma był prezentowany w PE 12/94 i PE 1/95.

Wykaz elementów:

US1, US2	– TL 082
T1	– BC 248 B
R9	– 330 Ω /0,125 W
R14, R15, R16	– 620 Ω /0,125 W
R4, R8	– 1 k Ω /0,125 W
R6, R7	– 3 k Ω /0,125 W
R5, R11	– 10 k Ω /0,125 W
R2, R10, R12, R13	– 100 k Ω /0,125 W
R3	– 220 k Ω /0,125 W
R1	– 510 k Ω /0,125 W
P1	– 10 k Ω TVP 1232
P2	– 10 k Ω B PR 185
C4	– 2,2 pF/50 V ceramiczny
C9, C10	– 10 pF/50 V ceramiczny
C1	– 22 nF/50 V ceramiczny

C8	– 82 nF/63 V MKSE-20
C13, C14	– 100 nF/63 V MKSE-20
C7	– 150 nF/63 V MKSE-20
C6	– 330 nF/63 V MKSE-20
C3, C5	– 1 μ F/63 V MKSE-20
C11, C12	– 22 μ F/16 V 04/U
C2	– 100 μ F/16 V 04/U
WŁ1 – 4	– segment Isostat poj. niezależny
Płytką drukowaną numer 261	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,09 zł (20.900 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

R. K.

Regulator oświetlenia do żarówek halogenowych

Coraz większą popularność w naszych domach zyskuje oświetlenie z zastosowaniem żarówek halogenowych. Większość żarówek pracuje przy napięciu znamionowym 12 V. Niskie napięcie zasilania i prosta konstrukcja regulatora pozwala na wykonanie układu przez początkujących elektroników.

Zasada działania żarówek halogenowych jest w zasadzie taka sama jak konwencjonalnych. Efekt emisji światła uzyskuje się przez podgrzanie wolframowego włókna żarówki przepływającym prądem elektrycznym. Włókno wykonane jest najczęściej w postaci podwój-

nej skrętki drutu wolframowego. Jasność świecenia dowolnej żarówki zależy w głównej mierze od wielkości i temperatury włókna. Te dwa parametry decydują o sprawności żarówki, czyli zamianie energii elektrycznej na świetlną. Zwiększenie strumienia świetlnego wysyłanego przez żarówkę uzyskuje się głównie przez zwiększenie wymiarów geometrycznych włókna. Natomiast temperatura włókna nie może być podniesiona powyżej pewnej granicy ze względu na szybki wzrost parowania rozgrzanego wolframu.

Parujące z włókna żarówki cząsteczki wolframu sublimują (przechodzą ze stanu gazowego do stanu stałego z pominięciem fazy ciekłej) na stosunkowo chłodnej powierzchni szklanej bańki żarówki. Osadzający się na bańce wolfram pogarsza odprowadzanie ciepła z włókna, a w konsekwencji wzrost temperatury. Ubytek wolframu i wzrost temperatury włókna prowadzą do przepalenia się żarówki. Z tego też względu bańka klasycznej żarówki jest dość duża, aby zmniejszyć możliwość sublimowania wolframu. W żarówkach miniaturowych stosowanych w samochodach można wyraźnie zaobserwować zjawisko osadzania się wolframu na ściankach bańki. Po długotrwałej eksploatacji bańki tych żarówek są przyciemnione.

Badania mające na celu podniesienie sprawności, poprzez zwiększenie temperatury włókna, doprowadziły do powstania żarówek halogenowych. W żarówkach tych do wolframowego włókna do dano halogeny. Halogeny lub chlorowce są to pierwiastki średnio wartościowe o charakterze typowo niemetalicznym. Zalicza się do nich fluor, chlor, brom, jod, astat. Tworzą one z metalami typowe sole, w których występują w postaci prostych jonów jednoimiennych. Do wolframowego włókna żarówki najczęściej dodawane są związki bromu CH_2Br_2 lub HBr , znacznie zmniejszające parowanie wolframu. Pozwala to na podniesienie temperatury włókna w stosunku do żarówki tradycyjnej. Konsekwencją tego jest wzrost wydajności świetlnej, przy zachowaniu podobnej trwałości. Dalsze zmniejszenie parowania wolframu jest możliwe przez zwiększenie ciśnienia gazowych związków bromu wypełniających bańkę żarówki. W efekcie otrzymano żarówkę o większej sprawności i bardzo małych wymiarach. Zachowana przy tym została jej żywotność.

Strumień świetlny wysyłany przez żarówkę halogenową jest około 1,5÷2 razy większy niż w przypadku żarówki klasycznej o takiej samej mocy pobieranej ze źródła prądu. Wyższa temperatura włókna żarówki i zawartość halogenów powoduje, że barwa emitowanego światła jest jaśniejsza, bardziej zbliżona do światła słonecznego. Wzrost temperatury włókna uzyskano dzięki większej "masywności". Sprawia to, że zapalanie i gaszenie żarówki jest wolniejsze, bardziej płynne. Ponadto wyższa bezwładność termiczna włókna zmniejsza pulsację 100 Hz strumienia świetlnego. Powyższe czynniki sprawiają, że światło żarówek halogenowych mniej męczy wzrok.

Wadami żarówek halogenowych jest bardzo wysoka temperatura bańki, co wymusza stosowanie specjalnych

porcelanowych opraw i przewodów w izolacji silikonowej, odpornych na wysoką temperaturę. Dodatkowo dla większości żarówek o mocach ok. 20÷200 W konieczne jest stosowanie transformatorów obniżających napięcie sieci do 12 V. Żarówki o dużych mocach rzędu 300÷2000 W produkowane są na napięcie 220 V. Niestety żarówki halogenowe są droższe od klasycznych, a konieczność stosowania transformatora podnosi dodatkowo koszt ich instalacji.

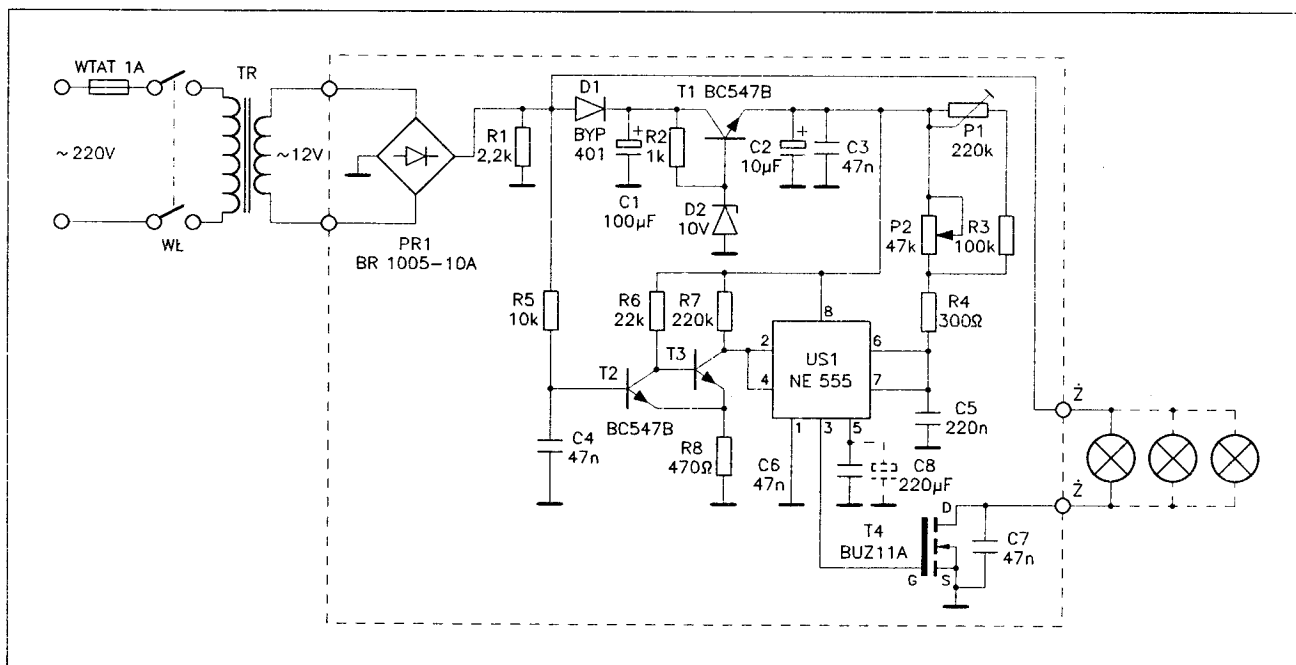
Przy omawianiu żarówek halogenowych należy zwrócić uwagę na duże prądy płynące przez włókno żarówki zarówno w chwili zapalania (kiedy włókno jest zimne), oraz podczas normalnej pracy. Dla żarówki o mocy 50 W prąd udarowy w chwili włączenia może wynosić ok. 40 A. W praktyce jest on nieco mniejszy na skutek spadków napięcia na transformatorze, przewodach zasilających i połączeniach w oprawce. Prąd znamionowy żarówki 12 V/50 W wynosi 4,17 A. Wartość prądu 4,17 A odpowiada mocy 917 W pobieranej przez urządzenie elektryczne zasilane napięciem 220 V. Duże wartości prądów wymagają stosowania dużych średnic przewodów pomiędzy transformatorem, a żarówką ($\text{Cu min } 2,5 \text{ mm}^2$). Nawet minimalny spadek napięcia na przewodach zasilających będzie powodował wyraźny spadek jasności świecenia żarówki, której włókno ma rezystancję 2,88 Ω . Włączanie zasilania powinno odbywać się po stronie pierwotnej transformatora.

Na zakończenie jeszcze jedna, bardzo ważna uwaga. W żarówkach halogenowych nie wolno pod żadnym pozorem dotykać palcami szklanej bańki żarówki. Po dotknięciu na bańce zostaje tłuszcz, który w wysokiej temperaturze spala się. Może to doprowadzić do przepalenia żarówki, lub pęknięcia bańki. Jeżeli jednak dotknięto palcami żarówkę konieczne trzeba ją dokładnie umyć czystym spirytusem (nie wolno stosować żadnych kosmetyków na bazie spirytusu). Dotknięcie świecącej się żarówki grozi silnym poparzeniem.

Opis układu

Jak już wcześniej wspomniano większość żarówek halogenowych zasilana jest z transformatora napięciem 12 V. Regulacja jasności świecenia możliwa jest zatem zarówno po stronie pierwotnej jak i wtórnej transformatora. Drugie rozwiązanie jest jednak lepsze. Po pierwsze mamy do czynienia z napięciem bezpiecznym, a po drugie indukcyjność uzwojenia wtórnego transformatora jest mniejsza, dając w efekcie mniejsze zakłócenia radioelektryczne wprowadzane przez regulator. Trzecim elementem przemawiającym za regulacją po stronie wtórnej jest lepsza sprawność transformatora w takim układzie pracy.

Schemat regulatora przedstawiono na rysunku 1. W urządzeniu zastosowano fazową regulację mocy. Jako element wykonawczy (klucz) wykorzystano tranzystor mocy N-MOS typu BUZ 11A. Nadaje się on doskonale do tego celu z uwagi na bardzo niską rezystancję $R_{DS(on)}$. W tabeli 1 zestawiono najważniejsze parametry tranzystora BUZ 11A.



Rys. 1 Schemat ideowy regulatora żarówek halogenowych

Tabela 1 Parametry tranzystora BUZ 11A ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$)

Parametr	Oznaczenie	Wartość	Miano
Maksymalne napięcie:			
Dren-Źródło ($V_{GS} = 0 \text{ V}$)	V_{DS}	50	V
Bramka-Dren ($R_{GS} = 20 \text{ k}\Omega$)	V_{DGR}	50	V
Bramka-Źródło	V_{GS}	± 20	V
Max. prąd drenu (ciągły)	I_D	27	A
Max. prąd drenu (w impulsie)	I_{DM}	108	A
Moc strat	P_{tot}	90	W
Max. temperatura złącza	T_j	175	$^{\circ}\text{C}$
Prąd zerowy drenu dla			
$V_{DS} = 50 \text{ V}, V_{GS} = 0 \text{ V}$	I_{DSS}	250	μA
Prąd upływu bramki dla $V_{GS} = \pm 20$	I_{GSS}	± 100	nA
Rezystancja włączenia dla			
$V_{GS} = 10 \text{ V}, I_D = 15 \text{ A}$	$R_{DS(on)}$	0,055	Ω
Pojemność wejściowa dla			
$V_{DS} = 25 \text{ V}, f=1 \text{ MHz}, V_{GS} = 0 \text{ V}$	C_{iss}	900	pF
Czas włączania*	$t_{d(on)}$	45	ns
Czas wyłączenia*	$t_{d(off)}$	300	ns

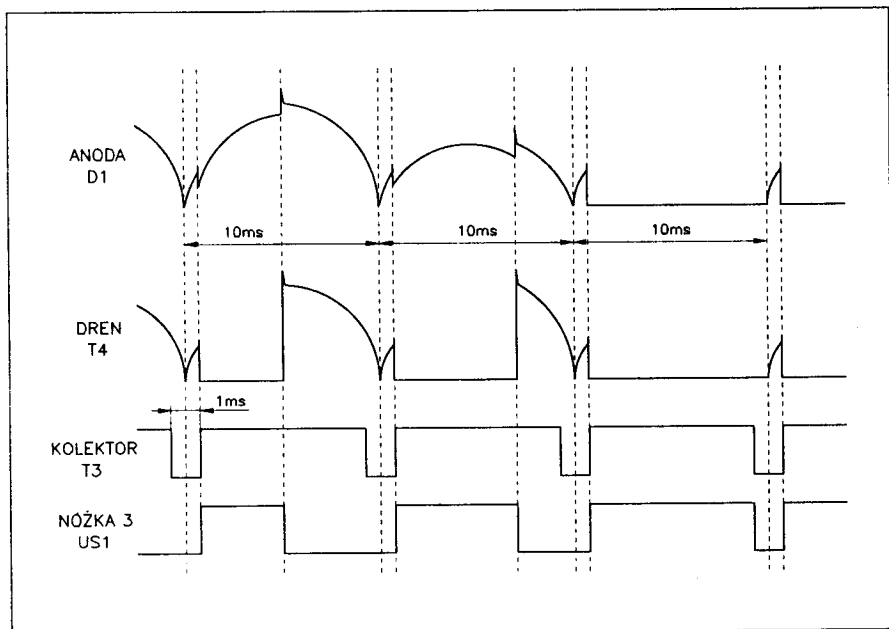
^{*} - dla $V_{DD} = 30 \text{ V}$, $I_D = 3 \text{ A}$, $R_{GS} = 50 \text{ }\Omega$, $V_{GS} = 10 \text{ V}$

W tranzystorze BUZ 11A umieszczona jest dioda zwrotna której katoda połączona jest z drenem, a anoda ze źródłem. Parametry diody są identyczne jak tranzystora $I_{Dmax} = 27 \text{ A}$ dla pracy ciągłej, $I_{Dmax} = 108 \text{ A}$ w impulsie. Spadek napięcia na diodzie w kierunku przewodzenia wynosi $2,5 \text{ V}$ przy prądzie 54 A .

Napięcie zmienne 12 V z transformatora doprowadzone zostaje do prostownika Graetza PR1. Na wyjściu prostownika otrzymuje się połówki sinusoidy o częstotliwości 100 Hz. Przebieg ten zostaje doprowadzony do przerzutnika Schmitta zbudowanego na tranzystorach T2 i T3. Zadaniem tego układu jest wytworzenie ujemnych szpilek (rys. 2) pojawiających się na kolektorze T3 synchronicznie z przejściami napięcia zmiennego przez zero. Konieczność zastosowania przerzutnika Schmitta wynika z małej, wynoszącej tylko 17 V, amplitudy przebiegu. Ponadto przerzutnik poprawia kształt szpilek synchronizu-

jących układ. Rezystor R1 umieszczony pomiędzy wyjściem prostownika PR1, a masą zapewnia "zejście" napięcia zmiennego do zera, co jest niezbędne dla prawidłowej pracy przerzutnika. Rezystor R5 wraz z kondensatorem C4 tworzą filtr dolnoprzepustowy poprawiający stabilność położenia impulsu synchronizującego względem zera sieci.

Ujemne szpilki synchronizujące wyzwalały tajmer 555 (US1), który generuje impulsy włączające tranzystor T4. Szerokość impulsów, a więc i czas włączenia tranzystora T4 regulowana jest potencjometrem P2. Zakres regulacji pokrywa cały okres przebiegu tj. od 0 do 9 ms, umożliwiając pełne wygaszenie i zapalenie żarówki, ze wszystkimi stanami pośrednimi. Dodatkowe połączenie wejścia wyzwalającego (nóżka 2 US1) z wejściem zerującym (nóżka 4 US1) zapobiega niekontrolowanemu włączeniu tranzystora T4 na czas dłuższy niż okres napięcia na wyjściu prostownika. Potencjometr P1 przeznaczony jest do ustawienia szerokości impulsu wyjściowego na 9 ms, przy maksymalnym skróceniu potencjometru P2 w prawo (odpowiada to maksymalnej rezystancji P2).



Rys. 2 Przebiegi w punktach układu

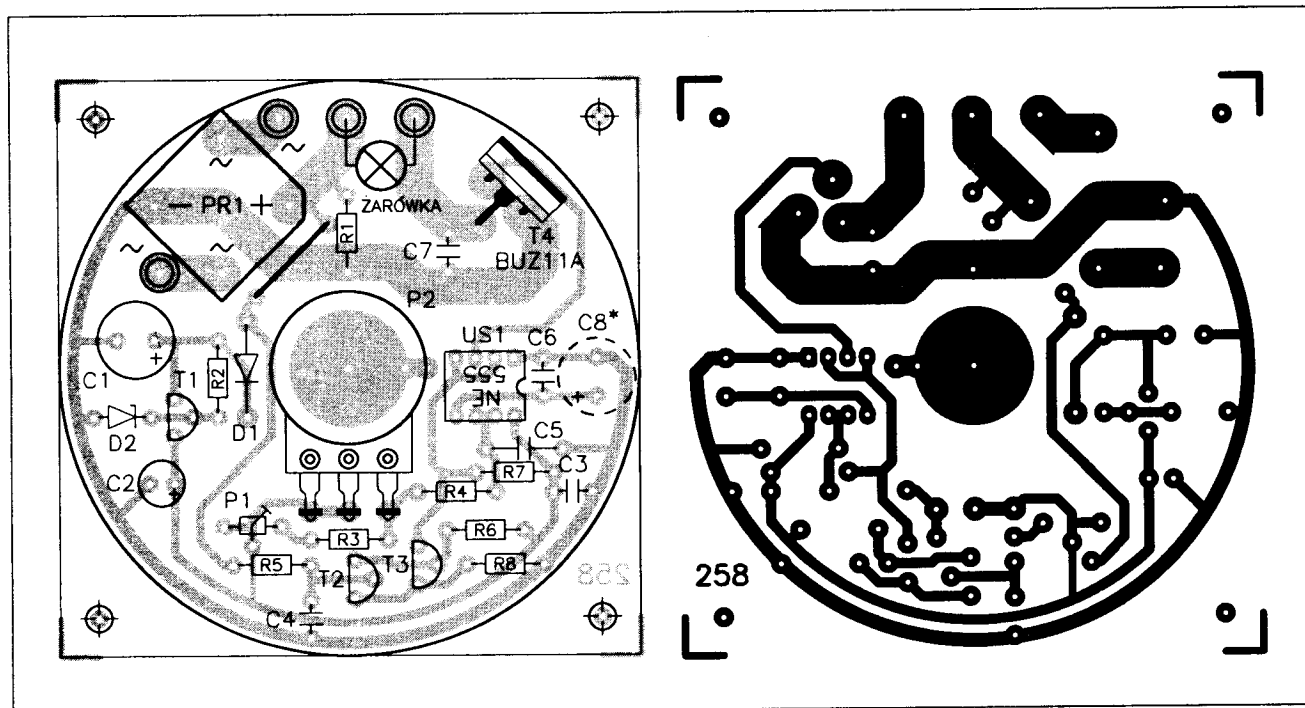
Czasy włączania i wyłączenia tranzystora T4 są bardzo krótkie (patrz tabela 1), co wraz z małą rezystancją włączenia sprawia, że straty mocy w tranzystorze są minimalne i nie wymaga on stosowania radiatora. Warunkiem krótkiego czasu włączania i wyłączenia T4 jest jednak szybkie przeładowywanie dużej (rzędu 900 pF) pojemności wejściowej bramki tego tranzystora. Wymóg taki spełnia układ tajmera 555, który posiada wyjście przeciwsołne. Warto o tym pamiętać przy konstruowaniu przetwornic, lub innych układów impulsowych w których stosuje się tranzystor BUZ 11A lub typ podobny.

W układzie przewidziano możliwość płynnego włączania żarówki. W tym celu równolegle z kondensatorem C6 włącza się dodatkowy kondensator C8 o pojemności 220÷2200 μ F/16 V. W przypadku zamontowania kondensatora C8, po włączeniu zasilania żarówka zapali się płynnie, aż do osiągnięcia

jasności ustawionej potencjometrem P2. Czas rozświetlania się żarówki będzie tym dłuższy im większa jest pojemność kondensatora C8.

Tajmer 555 i przerzutnika Schmitta zasilane są z prostego stabilizatora parametrycznego, dostarczającego napięcia 9,5 V. Dioda D1 zapobiega rozładowywaniu się kondensatora C1 podczas zmniejszania się napięcia na wyjściu prostownika PR1.

Na rysunku 2 zamieszczono przebiegi w różnych punktach układu. Stanowi wysokiemu na nóżce 3 US1 odpowiada włączenie tranzystora T4. W czasie kiedy tranzystor jest włączony napięcie na wyjściu prostownika PR1 nieznacznie spada. Spowodowane to jest wzrostem spadku napięcia na diodach prostownika i niewielkim spadkiem napięcia na wyjściu transformatora w czasie kiedy żarówka pobiera prąd. Przebiegi narysowano dla kilku różnych jasności świecenia żarówki. Pierwszy z nich odpowiada około połowie jasności maksymalnej, drugi ok. 1/4 jasności maksymalnej, a trzeci pełnemu włączeniu żarówki.



Rys. 3 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów

Przy zastosowanych elementach układ pozwala na regulację jasności świecenia jednej, lub kilku żarówek o łącznej mocy 100 W. Po zastosowaniu prostownika PR1 o większym prądzie znamionowym moc żarówek może zostać zwiększona do 200 W.

Montaż i uruchomienie

Płytkę drukowaną zaprojektowano w kształcie koła, umożliwiając zamontowanie jej nad transformatorem zasilającym np. w podstawie lampy. Potencjometr P1 montowany jest po stronie elementów płytki, tak aby oś wychodziła od strony druku. Pozwala to na zmniejszenie wysokości całego urządzenia.

Grube ścieżki doprowadzające napięcie do prostownika PR1 i tranzystora T4 należy dodatkowo pokryć warstwą cyny, lub przylutować na nich kawałki srebrzanki o średnicy $\phi 0,8$ mm. Zmniejszy to rezystancję doprowadzeń. Do połączenia płytki z transformatorem i żarówką należy zastosować przewody o miedziane o dostatecznie dużym przekroju min $2,5 \text{ mm}^2$.

Urządzenie nie wymaga specjalnego uruchamiania. Potencjometr montażowy P1 ustawia się w takiej pozycji, aby maksymalne rozjaśnienie żarówki występowało w chwili gdy potencjometr P2 skrecony jest w prawo do oporu. Jeżeli przy skreconym w prawo do oporu potencjometrze P2 żarówka nie świeci pełną jasnością, oznacza to, że wartość rezystancji potencjometru P1 jest zbyt mała. Natomiast w przypadku osiągnięcia maksymalnej jasności przed maksymalnym skreśleniem potencjometru P2 należy zwiększyć wartość rezystancji P1.

Wykaz elementów

US1	– NE 555 (LM 555)
T1÷T3	– BC 547B (BC 238B)
T4	– BUZ 11A
D1	– BYP 401-50÷1000 (1N4001÷4007)
PR1	– BR 1005 (50 V/10 A)
R4	– $300 \Omega/0,125 \text{ W}$
R2	– $1 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
R1	– $2,2 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
R5	– $10 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
R6	– $22 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
R3	– $100 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
R7	– $220 \text{ k}\Omega/0,125 \text{ W}$
P1	– $220 \text{ k}\Omega$ TVP 1232
P2	– $47 \text{ k}\Omega$ -A PR 185 lub podobny
C3, C4, C6, C7	– $47 \text{ nF}/50 \text{ V}$ ceramiczny
C5	– $220 \text{ nF}/100 \text{ V}$ MKSE-018-02
C2	– $10 \mu\text{F}/25 \text{ V } 04/\text{U}$
C1	– $100 \mu\text{F}/16 \text{ V } 04/\text{U}$
C8	– $220\div 2200 \mu\text{F}/16 \text{ V } 04/\text{U}$
płytką drukowaną numer 258	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,55 zł (25.500 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

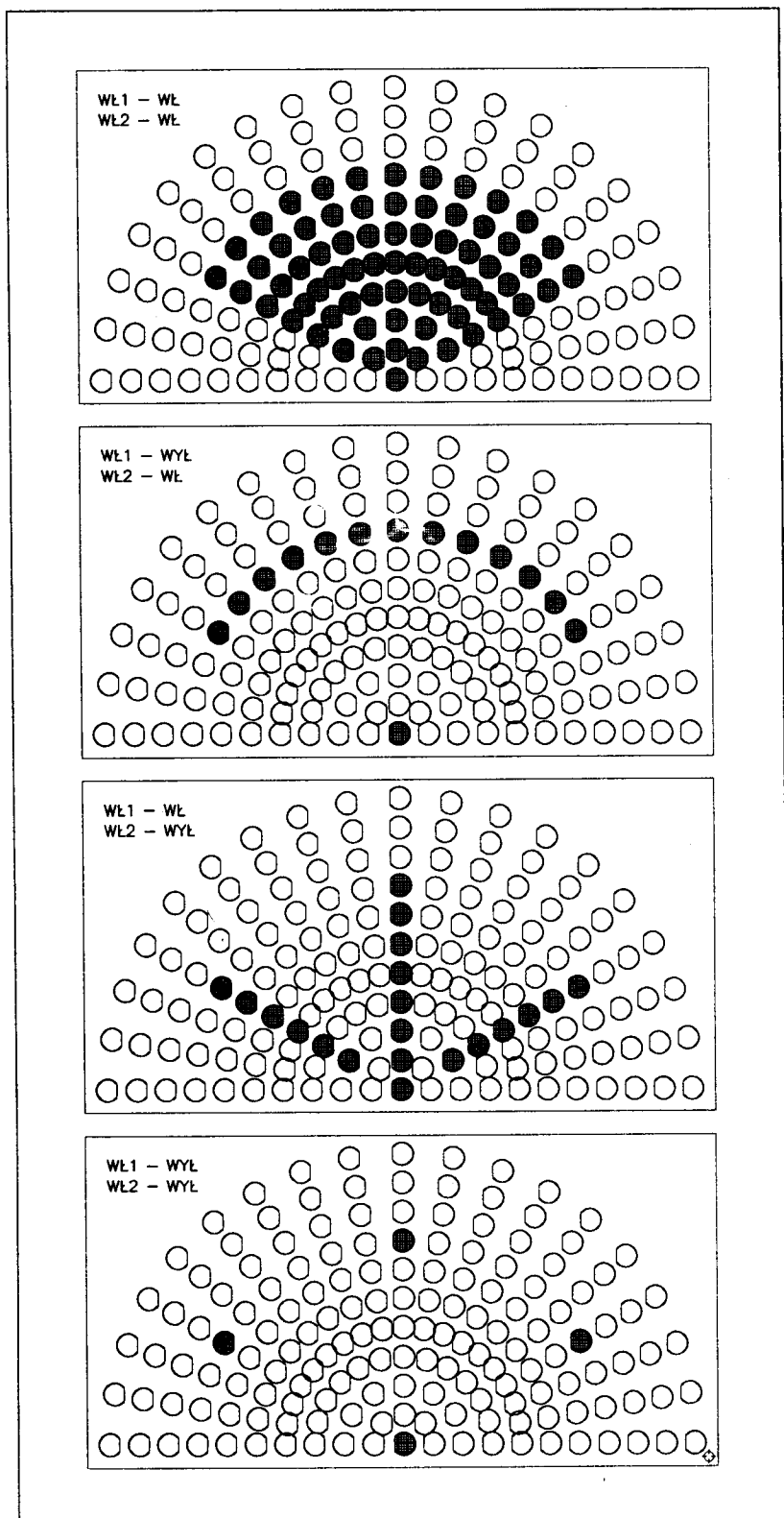
Wachlarzowy miernikysterowania

Miernikiysterowania ulegają ciągłej zmianie, wraz z postępem technicznym i modą. Starsi Czytelnicy pamiętają zapewne zielone oczka lamp elektronowych mające kształt listków kończyńki, pasków, lub wykrzyknika. Na kolejnym etapie lampy zostały wyparte przez wychyłowe mierniki elektromagnetyczne. Te z kolei uległy nowej modzie mierników z diodami LED. Później pojawiły się ciekłe kryształy. Ostatnio popularne są mierniki z wyświetlaczami katodoluminescencyjnymi. Artykuł zawiera opis diodowego miernikaysterowania działającego inaczej niż wszystkie wcześniej spotykane konstrukcje.

Nowością opisywanego miernika jest inny sposób wyświetlania informacji, a pomiar innych wartości niż zazwyczaj. Miernik umożliwia pomiar siły sygnału w obu kanałach toru stereofonicznego, oraz pomiar różnicy sygnałów pomiędzy kanałami. Druga wielkość mierzona pozwala na ocenę szerokości bazy stereofonicznej. W stosunku do konwencjonalnych mierników w przedstawionym rozwiązaniu zmieniono także wygląd

pola odczytowego, które ma postać dziesięciu koncentrycznych półokręgów wypełnionych diodami LED. Charakterystyka amplitudowa wskazań ma charakter logarytmiczny dzięki zastosowaniu układów LM 3915 sterujących diodowym polem odczytowym. Układy LM 3915 pozwalają także na cztery sposoby wyświetlania wyniku pomiaru.

Wygląd pola odczytowego przedstawiono na rysunku 1. Po przyjrzeniu się rysunkowi można od razu odgadnąć, dlaczego miernik nazwano wachlarzowym. Suma amplitud sygnałów obu kanałów steruje zapaleniem się diod wzdłuż promieni półokręgów. Natomiast różnica sygnałów w obu kanałach powoduje rozchylenie się wachlarza. Dla sygnału monofonicznego na polu odczytowym będzie zapalał środkowy, pionowy rząd diod, tak jak ma to miejsce w klasycznym mierniku. Natomiast sygnał stereofoniczny wprowadzi dodatkowe rozchylenie się wachlarza na boki. Na rysunku 1 przedstawiono sytuację, w której na polu odczytowym wyświetlana jest ta sama wielkość mierzona. Sposób wyświetlania informacji zależy od ustawień przełączników sterujących.



Rys. 1 Wygląd pola odczytowego dla różnych ustawień przełączników sterujących

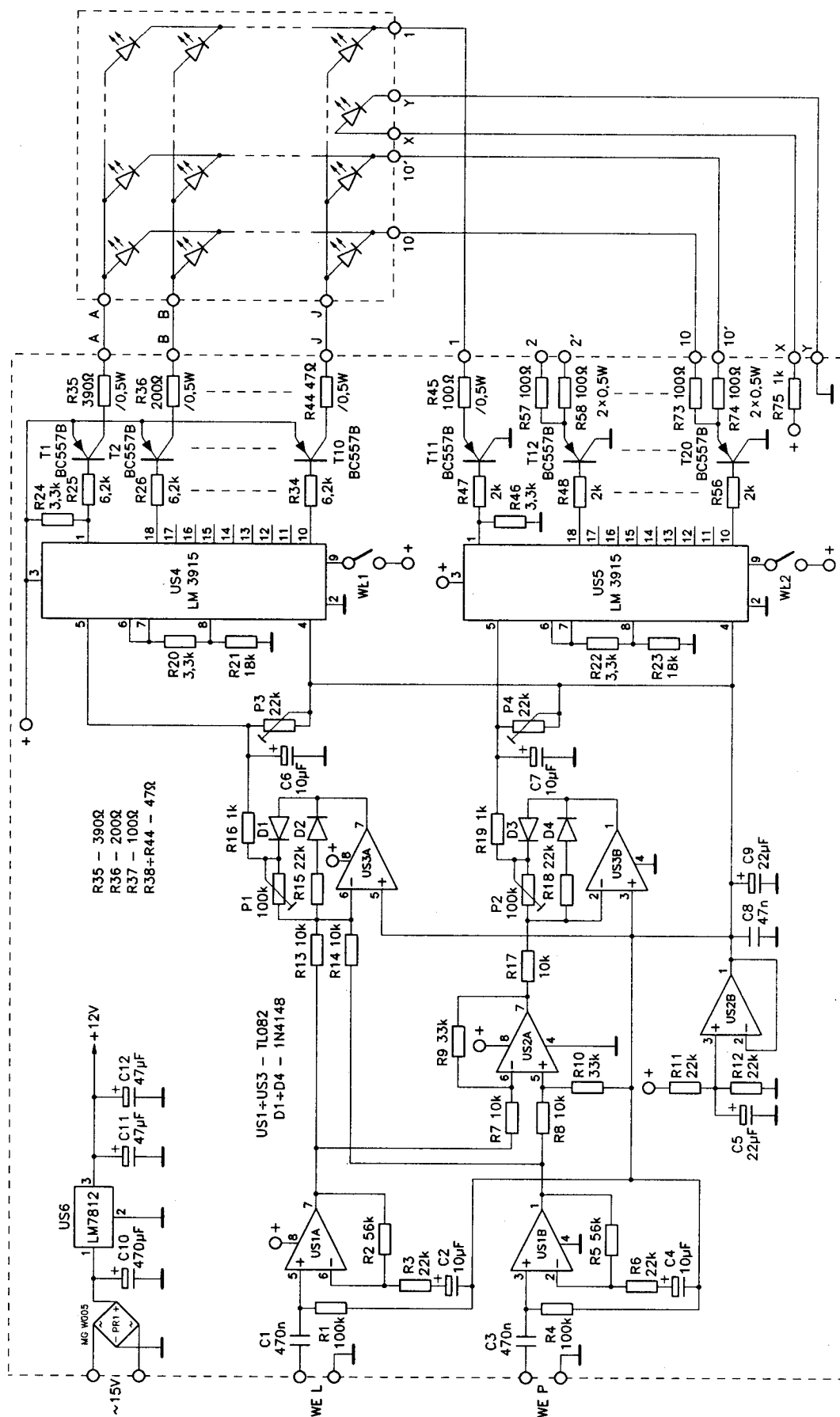
Miernik ten jest bardzo "widowiskowy" podczas eksploatacji dlatego też zachęcamy Czytelników do poeksperymentowania z takim nietypowym układem. Rozwiązania elektroniczne, oraz uruchomienie układu jest bardzo proste i nie powinno nastręczyć żadnych trudności nawet początkującym elektronikom.

Opis układu

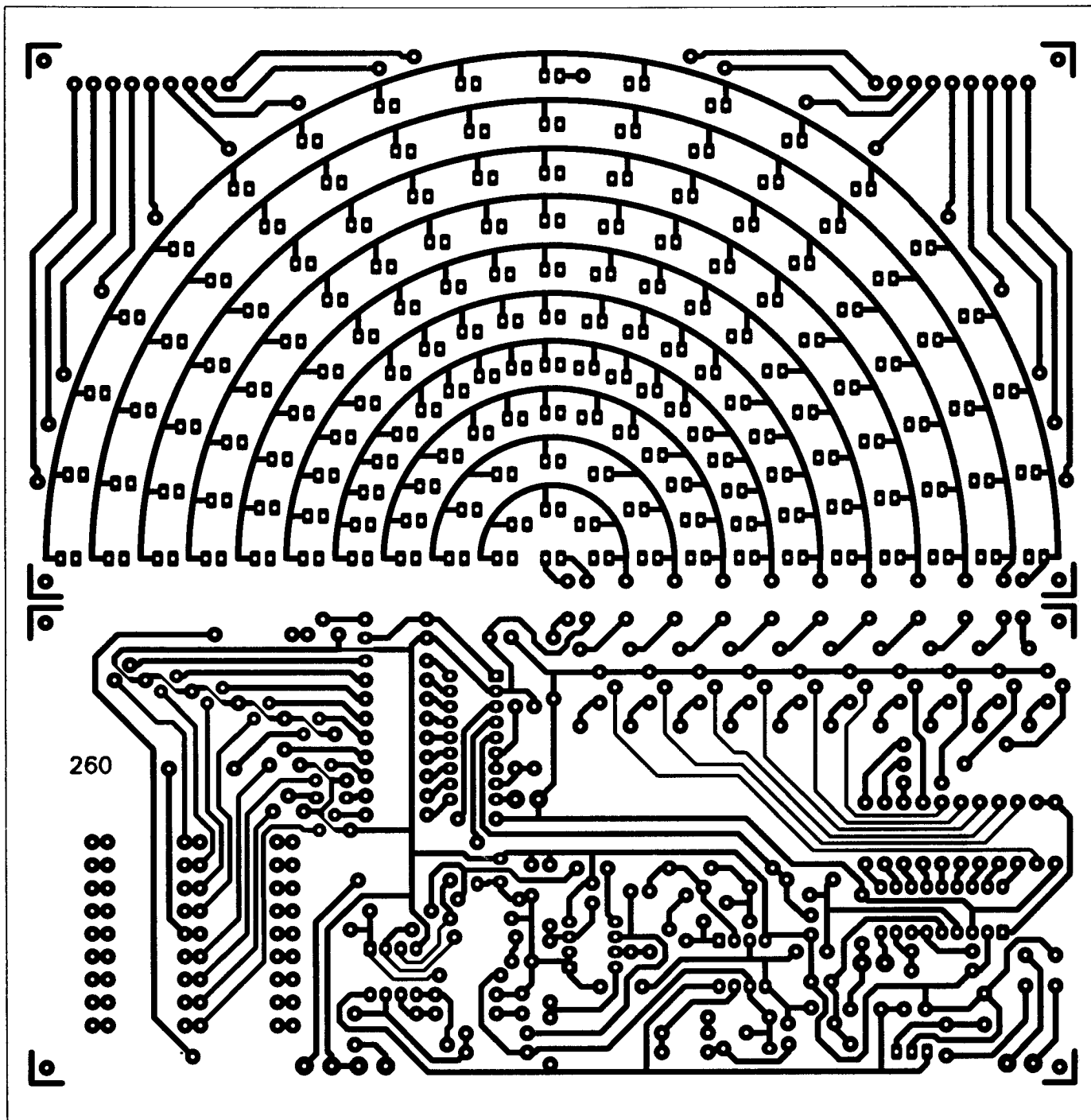
Sygnały kanałów lewego i prawego doprowadzono do identycznych wzmacniaczy wstępnych US1A i US1B. Wzmocnienie każdego ze stopni wynosi ok. 3,5 V/V. Wzmacniacze pracują w układzie nieodwracającym zapewniając dużą ok. 100 k Ω rezystancję wejściową. Umożliwia to podłączenie miernika wysterowania do dowolnego punktu w torze elektroakustycznym wzmacniacza.

Zasilanie urządzenia napięciem o jednej polaryzacji (+12 V), spowodowało konieczność wprowadzenia sztucznej masy na poziomie +6 V. Sztuczna masa "wytwarzana" jest w układzie wtórnika napięciowego US2B. Napięcie wyjściowe układu US2B (nóżka 1) ma wartość dokładnie taką samą jak napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza (nóżka 3 US2B). Rezystory dzielnika napięciowego R11 i R12 mają taką samą wartość, zatem napięcie wyjściowe będzie równe połowie napięcia zasilania z dokładnością wynikającą z tolerancji rezystorów. Prądy polaryzujące wejście wzmacniacza można pominąć. Wzmacniacz US2B zapewnia bardzo małą rezystancję wyjściową sztucznej masy i wystarczający prąd do polaryzacji wszystkich układów miernika. Dla przebiegów zmiennych można przyjąć, że układy są zasilane z dwóch źródeł ± 6 V, przyjmując, że potencjał sztucznej masy wynosi 0 V. Przy pomiarach napięć sprowadza się to do podłączenia jednego zacisku woltomierza do wyjścia układu US2B (nóżka 1).

Z wyjść wzmacniaczy US1A i US1B sygnały doprowadzone są do prostownika idealnego US3A pełniącego równocześnie funkcję wzmacniacza sumującego wartość napięcia obu kanałów. Prostownik idealny pracuje w układzie półokresowym. Założmy, że wartość rezystancji potencjometru P1 jest równa rezystancji R13, oraz że rezystor R14 jest niepodłączony. Jeżeli do wejścia prostownika zostanie doprowadzone napięcie ujemne, to na wyjściu wzmacniacza US3A napięcie przyjmie wartość dodatnią (typowy układ odwracający). Dioda D2 zostanie zatem spolaryzowana zaporowo wyłączając rezystor R15 z układu.



Rys. 2 Schemat ideowy wachlarzowego miernika wysterowania



Rys. 3 Płytką drukowaną miernika

Natomiast dioda D1 będzie w tym czasie spolaryzowana w kierunku przewodzenia. Prąd z wyjścia wzmacniacza popłynie zatem przez diodę D1, potencjometr P1 i rezystor R13. Ponieważ rezystancja potencjometru P1 jest równa rezystancji rezystora R13 napięcie wyjściowe na katodzie diody będzie równe napięciu wejściowemu co do wartości bezwzględnej. Znak napięcia wyjściowego będzie dodatni. Wzmacniacza operacyjny polaryzuje diodę D1 w taki sposób aby przez rezystor płynął odpowiedni prąd, nawet w przypadku bardzo małych napięć wejściowych. Eliminuje się w ten sposób wpływ charakterystyki diody D1. Dla dodatniego napięcia wejściowego dioda D1 zostanie spolaryzowana zaporowo,

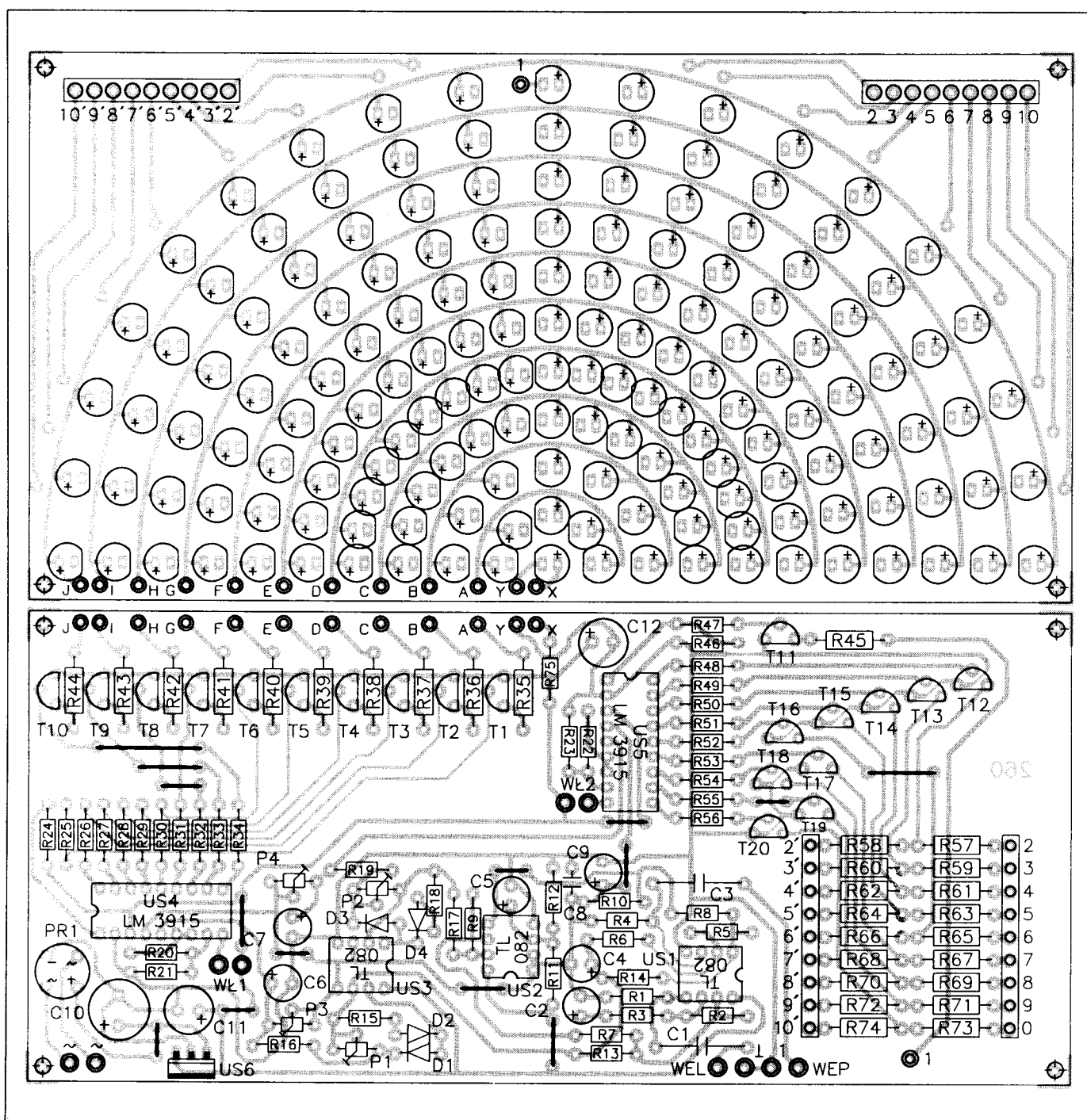
a dioda D2 w kierunku przewodzenia. Zatem napięcie na wyjściu (katoda diody D1), będzie miało wartość zerową. Zatem układ zachowuje się jak prostownik półokresowy. Rezystor R15 zapobiega nasyceniu się wzmacniacza. W rzeczywistym układzie potencjometr P1 umożliwia regulację wzmocnienia prostownika w zakresie $0 \div 10$ V/V.

Na wyjściu prostownika umieszczono kondensator filtrujący C6. Rezystor R16 ustala stałą czasową ładowania kondensatora, czyli szybkość zapalania się kolejnych diod przy narastaniu napięcia. Stała czasowa rozładowania może być regulowana potencjometrem P3.

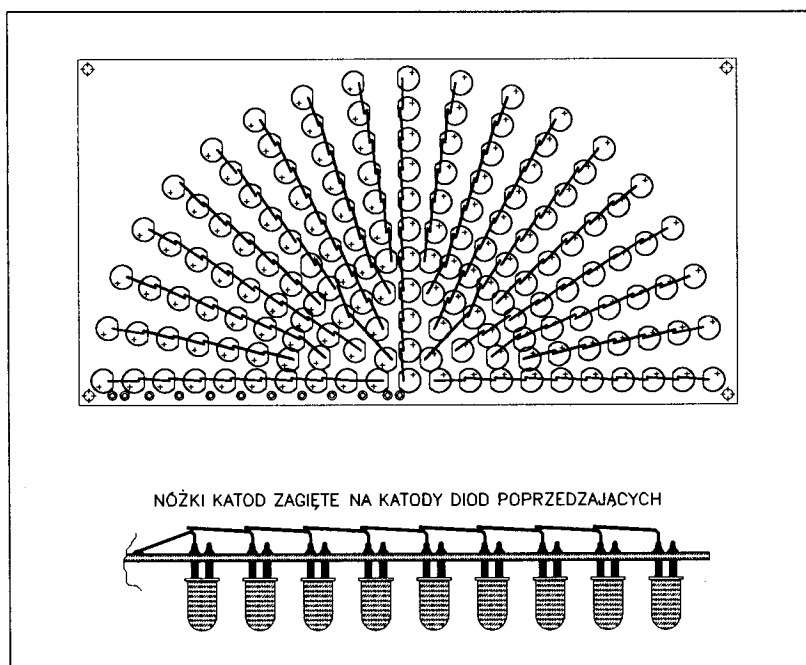
Odpowiada ona za szybkość opadania słupka zapalonych diod.

Wzmacniacz operacyjny US2A pracuje w klasycznym układzie wzmacniacza różnicowego. Do wejść wzmacniacza doprowadzono sygnały lewego i prawego kanału. Na wyjściu otrzymuje się sygnał proporcjonalny do różnicy pomiędzy kanałami. Wzmocnienie tego stopnia wynosi $3,3 \text{ V/V}$. Z wyjścia wzmacniacza różnicowego sygnał doprowadzany jest do prostownika idealnego US3B. Układ prostownika sygnałów różnicy nie różni się niczym od prostownika sygnałów sumy.

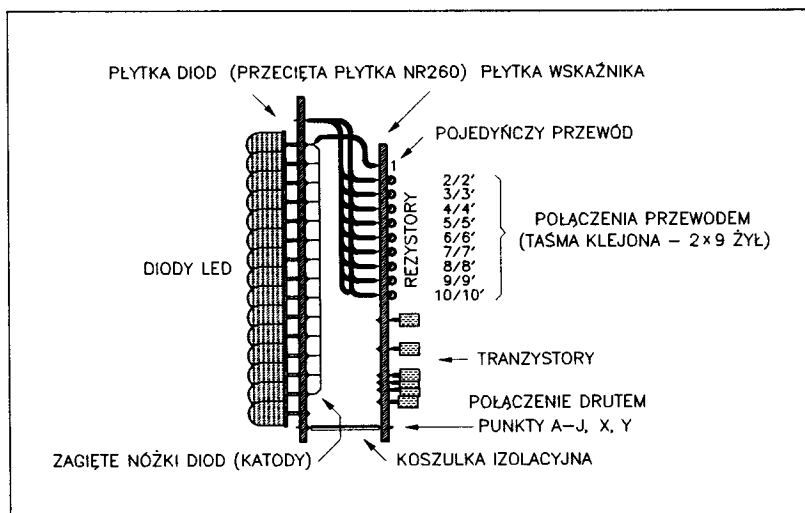
Z wyjść prostowników sygnały różnicy i sumy doprowadzone są do układów LM 3915 (nóżki 5 US4, US5) sterujących zapalaniem się pola odczytowego. Każdy z układów w klasycznej aplikacji umożliwia sterowanie linią diodową składającą się z dziesięciu diod. Możliwe jest wyświetlanie liniiki, przy zwartej do zasilania nóżce 9 układu, lub pojedynczego punktu jeżeli nóżka 9 pozostaje niepodłączona. Kombinacje połączeń nóżek 9 dają możliwość uzyskania czterech różnych sposobów wyświetlania informacji (rys. 1).



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów



Rys. 5 Montaż diod i połączenia katod



Rys. 6 Połączenie obu płytek miernika

Jak już wcześniej podano charakterystyka zapalania diod jest logarymiczna. Napięcie doprowadzone do nóżki 4 układu (w naszym przypadku sztuczna masa) określa próg zapalania się pierwszej diody. Natomiast rezystory R21 i R20 (R22, R23) decydują o logarytmowaniu. Zmieniając wartość rezystora R20 (R22) można zmienić wartość napięcia wejściowego przy której zostanie zapalona ostatnia dioda skali.

Wartość prądu wyjściowego układów LM 3915 jest zbyt mała doysterowania tak dużej liczby diod jaka występuje w mierniku wachlarzowym. Dlatego też na wyjściach układów umieszczono wtórnik emiterowy zbudowane na tranzystorach T1÷T20, które połączone są z matrycą diodową. Układ US4 do którego doprowadzony jest sygnał sumy steruje wierszami matrycy (półokręgi na polu odczytowym). Natomiast układ US5 połączony jest z kolumnami (promienie na polu odczytowym). W matrycy nie umieszczono wszystkich możliwych diod, dlatego też wartości rezystorów R35÷R37 są inne niż rezystorów w pozostałych wierszach. Ze względu na brak miejsca matrycę diod narysowano na schemacie w sposób uproszczony.

Miernik wyposażono we własny zasilacz stabilizowany US6 dostarczający napięcia +12 V. Układ pobiera maksymalny prąd ok. 500 mA przy wszystkich zapalonych diodach. Powoduje to konieczność wyposażenia układu stabilizatora US6 w radiator.

Montaż i uruchomienie

Płytką drukowaną miernika wachlarzowego składa się z dwóch części. Pierwsza część zawiera wszystkie układy elektroniczne. Druga z nich przeznaczona jest do zamontowania diod świecących. Montaż pierwszej płytki nie wymaga omówienia. Należy tylko pamiętać, że rezystory R35÷R44, oraz R57÷R74 mają moc 0,5 W. Przełączniki pozwalające na zmianę sposobu wyświetlania informacji umieszczone są poza płytką drukowaną na płycie czołowej urządzenia w którym zostanie zamontowany miernik.

Więcej uwagi trzeba poświęcić natomiast montażowi diod świecących. Diody umieszczone są w kształcie półokręgów. Na efekt końcowy duży wpływ będzie miało równe ustawienie diod, czemu należy poświęcić sporo uwagi. Anody diod w prawej części płytki i w środkowej kolumnie są zwrócone w prawą stronę. Natomiast diody w lewej części płytki mają anody zwrócone w lewą stronę. Anoda większości diod posiada dłuższą nóżkę.

W pierwszej kolejności montuje się kilka diod na brzegach płytki. Diody powinny zostać umieszczone na jednakowej wysokości nad płytką. Po przylutowaniu samych anod można skorygować ustawienie diod, tak aby stały pionowo i równo. Dopiero teraz lutuje się katody. Diody najlepiej jest montować systematycznie promień po promieniu. W tym celu wkłada się wszystkie diody jednego promienia i stawia płytkę do góry drukiem na płaskim stole. W ten sposób płytką będzie oparta na kilku wcześniej wlutowanych diodach, a następne montowane diody zostaną przylutowane na takiej samej wysokości. Po zamontowaniu jednego promienia można obciąć wystające nóżki anod, katod nie obcina się. Nóżki katod zagina się tak jak pokazano to na rysunku 5 i lutuje ze sobą.

Zakończenie każdego promienia łączy się z odpowiednim punktem lutowniczym leżącym na zewnątrz największego półokręgu. Połączenia pomiędzy katodami zaznaczono na rysunku 5.

Po zamontowaniu wszystkich diod można przystąpić do połączenia obu płytek ze sobą. Płytki umieszcza się równolegle stroną druku do siebie. Punkty A÷J, X, Y płytki diod powinny znajdować się na przeciwko punktów o takich samych literach na płycie z pozostałymi elementami. Punkty te można połączyć odcinkami drutu (rys. 6). Pozostałe połączenia punktów oznaczonych 2÷10, oraz 2'÷10' wykonuje się taśmą klejoną, a połączenie punktów "1" oddzielnym przewodem.

Po zmontowaniu miernik gotowy jest do włączenia. Do wejść WE L i WE P doprowadza się sygnały ze wzmacniacza. Sygnał można wyprowadzić za potencjometrem wzmocnienia. W takim przypadku miernik będzie pokazywał moc wyjściową wzmacniacza. Wskazania będą zależne od ustawionej głośności. Drugą możliwością jest podłączenie miernika przed potencjometrem wzmocnienia. W takim przypadku miernik będzie pokazywał amplitudę sygnału niezależną od głośności odsłuchu. Potencjometrami P1 i P2 ustawia się maksymalne wychylenia miernika przy sygnale znamionowym. W przypadku gdy zakres regulacji okaże się zbyt mały dla pełnego wysterowania miernika, można zwiększyć wartość rezystorów R2, R5 do 100÷220 kΩ. Potencjometrami P3 i P4 ustawia się szybkość opadania wskazań, tak aby praca miernika była przyjemna dla oka.

Przy zwartych ze sobą wejściach WE L i WE P powinny zapalać się tylko diody środkowej pionowej kolumny. Jeżeli tak nie jest można skorygować wzmocnienie jednego ze wzmacniaczy wstępnych US1, na przykład wzmacniacza US1A przez dobranie wartości rezystora R2.

Wykaz elementów

US1÷US3	– TL 082 (TL 072)
US4, US5	– LM 3915

US6	– LM 7812
T1÷T20	– BC 557B
D1÷D4	– BAVP 17÷21 (1N4148)
D5÷D163	– LED ϕ 5 mm
PR1	– MGW 005 (50 V/1 A)
R38÷R44	– 47 Ω /0,5 W
R37, R45, R57÷R74	– 100 Ω /0,5 W
R36	– 200 Ω /0,25 W
R35	– 390 Ω /0,25 W
R16, R19	– 1 k Ω /0,125 W
R75	– 1 k Ω /0,25 W
R47÷R56	– 2 k Ω /0,25 W
R20, R22, R24, R46	– 3,3 k Ω /0,125 W
R25÷R34	– 6,2 k Ω /0,25 W
R7, R8, R13, R14, R17	– 10 k Ω /0,125 W
R21, R23	– 18 k Ω /0,125 W
R3, R6, R11,	
R12, R15, R18	– 22 k Ω /0,125 W
R9, R10	– 33 k Ω /0,125 W
R2, R5	– 56 k Ω /0,125 W
R1, R4	– 100 k Ω /0,125 W
P3, P4	– 22 k Ω TVP 1232
P1, P2	– 100 k Ω TVP 1232
C8	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1, C3	– 470 nF/100 V MKSE-018-02
C2, C4, C6, C7	– 10 μ F/25 V 04/U
C5, C9	– 22 μ F/16 V 04/U
C11, C12	– 47 μ F/16 V 04/U
C10	– 470 μ F/25 V 04/U
WŁ1, WŁ2	– P2P włącznik bistabilny

płytką drukowaną **numer 260**
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.
Cena: 13,02 zł (130.200 zł) + koszty wysyłki.
Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

Dokończenie tekstu ze str. 2

Generator może też pracować z elementami RC. Przybliżony wzór na częstotliwość generacji podano na schemacie ideowym. Producent gwarantuje poprawną pracę generatora RC dla częstotliwości ok. 800 kHz przy napięciu zasilania 15 V. W praktyce można oczekiwać, że górna częstotliwość graniczna generacji będzie wyższa i wyniesie ok. 2 MHz.

W układach w których wykorzystuje się podział częstotliwości mniejszy niż 2^{14} nie ma potrzeby montowania układu US2.

Wykaz elementów

US1	– CD 4060 (MCY 74060)
US2	– CD 4040 (MCY 74040)
Q	– 3276800 Hz (patrz opis w tekście)

R2	– 1 k Ω /0,125 W
R1	– 1 M Ω /0,125 W
C1	– 10 pF/50 V ceramiczny
C3	– 47 nF/50 V ceramiczny
C4	– 10 μ F/25 V 04/U
C2	– 7/30 pF trymer ϕ 7 mm

płytką drukowaną **numer 259**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.
Cena: 1,00 zł (10.000 zł) + koszty wysyłki.
Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak



POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942 (KF+CB+UKF)

Wszystkie rodzaje emisji, zakresy od 20 kHz ÷ 31,7 MHz, 50 ÷ 60 i 140 ÷ 150 MHz w jednym urządzeniu. Cena 1670 zł.

TRANSCEIVERY DIGITAL 96

CW/SSB, pełne pokrycie 20 kHz ÷ 31,7 MHz, mikroprocesorowe sterowanie, syntezer częstotliwości, cyfrowa skala, przestrajanie gąłką, pamięci, wbudowany klucz elektronowy, moc 4 W, czułość 0,2 μ V, duża odporność na skrośną modulację, VOX, XIT, RIT, itd. **CENA PROMOCYJNA 620 zł.**



DWIE NOWOŚCI DLA RADIOAMATORÓW!

Zestawy do samodzielnego montażu transceiverów DIGITAL 942, oraz DIGITAL 96. W skład zestawu wchodzi: uruchomiony sterownik mikroprocesorowy, płytki drukowane, komplet dokumentacji (razem z instrukcją uruchamiania), komplet cewek, elementy nietypowe. Cena zestawów: DIGITAL 942 – 380 zł, DIGITAL 96 – 290 zł.

WYKRYWACZE WSZELKICH RADIOWYCH PODSŁUCHÓW

● mieszczą się w dłoni ● lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu ● zakres pracy od fal krótkich, aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz) ● absolutna prostota obsługi – jeden przycisk ● przydatne w biznesie i nie tylko... Domyśl się sam... ● cena 100 zł.

PRZESTRAJANY ODBIORCZY FILTR DO CB

Włącza się go między antenę a radiotelefon. Zwiększa odporność odbiorników AM i SSB na zakłócenia od innych stacji. Zawęża pasmo do 4 kHz, pozwalając na wycięcie zakłóconej wstęgi sygnału AM. Posiada przełącznik wzmacnienia –6, 0, +6 dB, oraz automatyczny przełącznik nadawanie/odbior. Oprócz wielu innych elementów elektronicznych w filtrze zastosowano jedenaście tranzystorów i ośmiokwarcowy filtr. Cena: 220 zł.

Informacje (gratis): V-Electronics ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym. Dla sklepów upusty.

ELEKTRONICY

PLYTY, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA

Oscyloskop 20 MHz, generator AM/FM z PLL i wobulator 200 MHz, częstotliwościomierz 200 MHz, dzielnik 1:100/1,5 GHz, dipmeter 200 MHz, zasilacz impulsowy 12 V/20 A, transceiver KF SSB/CW, wzmacniacz UKF 150 W, wykrywacz metali VLF 2 m, wzmacniacz m.cz. HexFet 100 W, oraz ponad 300 innych urządzeń.

OBNIŻKA CEN. ZAWSZE AKTUALNE
NOWY KATALOG - KOPERTA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

SAM WYKONASZ OBWOODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja) cena 4,50 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny. Chlorek żelazowy i pisaki do wykonania obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie. Pracownia Elektroniczna skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1
zawsze aktualne !

TRANSET

Zestawy do samodzielnego montażu, oraz zmontowane płytki:

- 1 profesjonalnych wykrywaczy metali z discriminacją,
 - 2 przystawki zmieniającej OTV w oscyloskop,
 - 3 generator funkcji 1 Hz ÷ 2 GHz,
 - 4 radiotelefon CB
 - 5 i wiele innych.
- Informator – koperta + znaczek na list polecony.
TRANSET – 58-550 KARPACZ

Autoalarm włączany pilotem (kodowany) zmontowany i uruchomiony, prosty montaż w każdym samochodzie zniżki u ubezpieczycieli w komplecie dwa piloty – 120 zł – 160 zł
Mikroszpieg z odbiornikiem – 30 zł
Samochodowy wzmacniacz 2x50 W – 50 zł
oraz zestawy do samodzielnego montażu.
Płatne przy odbiorze.
Szczegółowa oferta koperta + znaczek
MN

ul. Al. Rzeczypospolitej 100/2
59-220 LEGNICA
tel. 076 - 60-16-19 od 10⁰⁰-16⁰⁰

Końcówki mocy m.cz., uruchomione płytki zasilaczy stabilizowanych
informacje (0-50) Tel/Fax 32-81-81

VOLUMEN

Księgarnia Elektroniki i Informatyki

ul. Siemiradzkiego 3

60-763 POZNAŃ

tel. 66-51-12 w 14

Charakterystyka:

Literatura, katalogi,

instrukcje serwisowe, schematy, programy shareware, kit'y.

Sprzedaż stacjonarna i wysyłkowa.

W „Praktycznym Elektroniku” wysyłkowa sprzedaż elementów

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest w ścisłej współpracy z redakcją „Praktycznego Elektronika” przez firmę LARO S.C. Asortyment elementów obejmuje wszystkie urządzenia publikowane na łamach „Praktycznego Elektronika”. Szczegółowy wykaz elementów, wraz z cenami / można znaleźć w numerze 12/95 PE na stronach I+IV (wkładka).

Płytki drukowane i zaprogramowane EPROMY można zamawiać wyłącznie w redakcji PE

W zamówieniach prosimy podać informację, czy w przypadku braku któregoś z pozycji zamówienie można zrealizować częściowo.

LARO S.C.
65-958 ZIELONA GÓRA
skr. poczt. nr 149